Rozhdestvenski (S.) Purification of water for making kvas [in Russian], 8vo. St. P., 1889

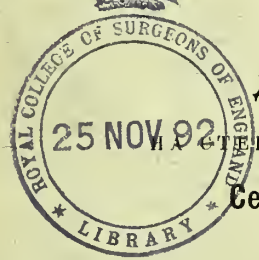
№ 91.

589 (4)

ОБЪ ОЧИЩЕНІИ ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЯ КВАСЦАМИ

И

СѢРНОКИСЛЫМЪ ГЛИНОЗЕМОМЪ.



ДИССЕРТАЦІЯ

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

Сергѣя Рождественскаго.

Изъ гигіенической лабораторіи Николаевскаго военнаго госпиталя.

Цензорами диссертаціи, по порученію Конференціи Академіи, были: профессоры А. П. Доброславинъ, Н. В. Соколовъ и приватъ-доцентъ А. И. Судаковъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія И. Н. Скороходова (Надеждинская, 39).

1889.

Серія диссертацій, допущенныхъ къ защитѣ въ ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи въ 1888—1889 академическомъ году.

№ 91.

ОБЪ ОЧИЩЕНІИ ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЯ КВАСЦАМИ

и

СѢРНОКИСЛЫМЪ ГЛИНОЗЕМОМЪ.

ROYAL SOCIETY OF MEDICINE, ENGLAND
25 NOV 92
LIBRARY

ДИССЕРТАЦІЯ

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

Сергѣя Рождественскаго.

Изъ гигіенической лабораторіи Николаевскаго военнаго госпиталя.

Цензорами диссертаціи, по порученію Конференціи Академіи, были: профессоры А. П. Доброславинъ, Н. В. Соколовъ и приватъ-доцентъ А. И. Судаковъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія И. Н. Скороходова (Надеждинская, 39).
1889.

Докторскую диссертацію лекаря **Рождественскаго**, подъ заглавіемъ «Объ очищеніи воды для питья квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ», печатать разрѣшается съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи оной было представлено въ Конференцію Императорской Военно-Медицинской Академіи 500 экземпляровъ ея. С.-Петербургъ, Апрѣля 22 дня 1889 г.

Ученый Секретарь **В. Пашутинъ**.

Важное санитарное значеніе воды для питья въ настоящее время едва-ли можетъ подлежать какому-либо сомнѣнію. «Можно безъ преувеличенія сказать, говоритъ профессоръ Эрисманъ *), что имѣніе достаточнаго количества такой воды, которая по своимъ физическимъ и химическимъ свойствамъ соотвѣтствовала бы потребностямъ нашего организма (какъ физіологическимъ, такъ и эстетическимъ), составляетъ не только вопросъ общественнаго здоровья, но прямо вопросъ жизни.» Представляя собою одно изъ необходимыхъ пищевыхъ средствъ, принимаемая человѣкомъ постоянно отъ $2^1/_2$ до $3^1/_2$ и даже до 4-хъ литровъ въ сутки, вода несомнѣнно не можетъ остаться индеферентной для организма въ случаѣ содержанія какихъ-либо небезвредныхъ примѣсей хотя бы и въ малыхъ относительныхъ количествахъ. Но хотя необходимость доброкачественной въ санитарномъ отношеніи воды остается внѣ всякаго сомнѣнія, однако вопросъ о томъ, что мы должны считать критеріемъ санитарной доброкачественности воды, до сихъ поръ еще остается не вполнѣ рѣшеннымъ. Изъ всѣхъ примѣсей, встрѣчаемыхъ въ водѣ, наиболѣе вредною считалась и считается примѣсь органическихъ веществъ въ состояніи броженія и гніенія. Вода, содержащая гнилостныя органическія вещества, по мнѣнію многихъ, производитъ разстройства пищеваренія, поносы и даже дизентерію. Однако такое болѣзнетворное значеніе органическихъ веществъ воды значительно поколеблено изслѣдованіями Эммериха **), который нашелъ, что

*) Курсъ Гигіены. Пр. Эрисмана. 1887 г. Стр. 171—172.

**) Гигіена. Пр. Доброславина. Ч. II, стр. 32—33.

весьма грязная вода мюнхенскихъ подземныхъ стоковъ, вводимая въ желудочно-кишечный каналъ кроликовъ, переносилась ими безъ малѣйшихъ признаковъ нездоровья. При впрыскиваніи же этой воды подъ кожу, наблюдались обыкновенныя явленія гнилостнаго отравленія. Септическія свойства такой грязной воды, при введеніи подъ кожу, сохранялись и послѣ кипяченія ея, но только въ болѣе слабой степени, такъ что отравленіе получалось при бо́льшихъ дозахъ этой воды, что, впрочемъ, и раньше доказано было относительно гнилостныхъ веществъ Панумомъ, по изслѣдованіямъ котораго гнилостныя жидкости, послѣ 11-ти-часоваго кипяченія, вызывали полную картину гнилостнаго отравленія, но при увеличеніи дозы въ 5—6 разъ. Отсюда видно, что гніющія органическія вещества воды дѣйствуютъ вредно только при поступленіи ихъ въ кровь, отъ котораго организмъ защищенъ со стороны пищеварительнаго аппарата. Но при нарушеніи цѣлости этого аппарата, при язвахъ, ссадинахъ слизистой оболочки желудочно-кишечнаго канала, возможно и отравленіе организма. Эммерихъ самъ и его товарищи пили такую грязную воду въ продолженіе недѣли. Въ первое время появились пищеварительныя разстройства: тошнота, отвращеніе отъ пищи, обложный языкъ, но потомъ эти разстройства исчезли, даже при продолжавшемся употребленіи той же воды. Изъ этого видно, что хотя организмъ приспособляется къ вліянію гніющихъ органическихъ веществъ воды, но все же, по крайней мѣрѣ въ первое время, они не остаются безразличными для него. При условіяхъ же уменьшенной сопротивляемости организма вообще вреднымъ внѣшнимъ вліяніямъ, при измѣненіи обычныхъ условій жизни, напримѣръ, въ военное время, при походахъ, передвиженіяхъ, бивуакахъ и вообще при физическомъ переутомленіи, мы въ правѣ ожидать и болѣе важныхъ разстройствъ физіологическихъ функцій организма. Еще недавно главнымъ мѣриломъ доброкачественности воды считалась степень окисляемости ея, выражаемая въ количествахъ кислорода, потребнаго на окисленіе органическихъ веществъ и затѣмъ количества сульфатовъ, хлоридовъ и азотистыхъ соединеній. Предполагается, что чѣмъ больше вода отняла кислорода при извѣстныхъ одинако-

выхъ условіяхъ анализа, тѣмъ болѣе она содержитъ органическихъ веществъ и тѣмъ, слѣдовательно, менѣе доброкачественна въ санитарномъ отношеніи. Что же касается сульфатовъ, хлоридовъ и азотистыхъ соединеній, то значеніе ихъ, при санитарной оцѣнкѣ воды, сводится главнымъ образомъ къ тому, что они, представляя продукты разложенія различныхъ органическихъ веществъ, указываютъ тѣмъ до нѣкоторой степени и на источникъ происхожденія послѣднихъ, разумѣется, при условіи, что присутствіе ихъ въ водѣ не можетъ быть объяснено геологическимъ составомъ почвы. Но въ послѣднее время, благодаря развитію паразитарной теоріи болѣзней, это мѣрило считается уже недостаточнымъ, и первенствующее мѣсто среди способовъ санитарной оцѣнки воды заняло бактеріоскопическое изслѣдованіе ея. Отъ хорошей воды для питья требуется теперь, чтобы она содержала возможно меньшее количество микроорганизмовъ. Кохъ даже устанавливаетъ точныя границы содержанія ихъ въ водѣ: онъ считаетъ воду нечистою, если она содержитъ въ 1 куб. стм. болѣе 150—300 микробовъ. Съ этой точки зрѣнія сохраняетъ свое значеніе и опредѣленіе органическихъ веществъ воды, ибо имѣются фактическія данныя, указывающія на связь, существующую между содержаніемъ органическихъ веществъ и количествомъ микроорганизмовъ въ водѣ. По изслѣдованіямъ Фодора *), изъ 248 колодцевъ г. Буда-Пешта только въ 15 вода оказалась несодержащею никакихъ бактерій, и при этомъ отсутствіемъ микроорганизмовъ отличались воды наиболѣе чистыя въ химическомъ отношеніи, т. е. ни въ одной изъ тѣхъ водъ, которыя по результатамъ химическаго изслѣдованія можно было признать вполнѣ годными къ употребленію, не было найдено бактерій. Профессоръ Тиманнъ **) относительно этой связи разсуждаетъ такъ, что если въ водѣ много жизнеспособныхъ микроорганизмовъ, то, слѣдовательно, въ такой водѣ находится и потребное для ихъ питанія количество органическихъ веществъ и

*) Fodor. Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. II abtheil. Стр. 300 и слѣд.

**) Приведено въ дисс. д—ра Колоколова, «Воды С.-Петербурга». 1886. Стр. 26.

*

наоборотъ, почему и содержаніе этихъ веществъ въ водѣ можетъ служить указаніемъ степени доброкачественности воды въ санитарномъ отношеніи.

Въ большемъ или меньшемъ количествѣ микроорганизмы находятся почти во всякой водѣ, встрѣчаемой въ природѣ. Даже вода изъ сгущенныхъ паровъ, по изслѣдованіямъ Микеля *), содержитъ микроорганизмы, среднимъ числомъ 2 въ 5 куб. метрахъ, а дождевая вода содержитъ ихъ уже значительно больше. Въ литрѣ мѣсячнаго количества дождевой воды, выпадавшей около обсерваторіи Монсури, въ разные мѣсяцы Микель **) находилъ отъ, 1,000 до 6,900 (сентябрь) микроорганизмовъ, а въ отдѣльныхъ дневныхъ порціяхъ число ихъ доходило до 12,400 на литръ. Изъ водъ земной поверхности наиболѣе бѣдны ими ключевыя воды, но и въ нихъ содержаніе микроорганизмовъ встрѣчается иногда до 1,000 въ к. стм. Въ водахъ городскихъ и деревенскихъ колодезей число ихъ достигаетъ нерѣдко до десятковъ тысячъ ***) на одинъ куб. стм. На сколько же могутъ изобиловать ими рѣчныя воды въ большихъ, густо заселенныхъ городахъ, показываютъ изслѣдованія Тиманна ****), который находилъ въ разныхъ мѣстахъ рѣки Шпрее, по теченію ея въ районѣ Берлина, содержаніе микроорганизмовъ отъ 940,000 до 10.180,000 въ кубич. стм. Prouts *****), изслѣдовавшій воды Сены и Ванны, считаетъ воду послѣдней одною изъ наиболѣе чистыхъ, находя въ ней отъ 8,000 до 10,000 микр. въ куб. стм. Даже въ водѣ Невы, которая считается наименѣе загрязненною изъ рѣкъ большихъ городовъ, и дѣйствительно, благодаря своей многоводности и быстротѣ теченія, представляетъ неблагопріятныя для значительнаго загрязненія условія,—и въ ней д-ръ Пель ******) находилъ въ разное время и въ разныхъ мѣстахъ, въ предѣлахъ

---

*) Annuaire de l'observatoire de Montsouris pour l'année 1880, pag. 493.

**) Annuaire de l'observ. de Monts. pour l'année 1885, pag. 602 и 607.

***) Эрисманъ. Курсъ гигіены, т. I, 1887 г., стр. 180.

****) Привед. въ Курс. гигіены проф. Эрисмана.

*****) Revue d'hygiene et de police sanitaire. 1884 an. p. 915.

******) Химич. и бактеріоскоп. изслѣдованія, по вопросу о водоснабженіи С.-Петербурга. 1884 г.

города, до $6^1/_2$ тысячъ микробовъ, а д-ръ Колоколовъ *) до 31,000 и мѣстами до 75,000 въ к. стм. Эти десятки и сотни тысячъ микроорганизмовъ развиваются въ водѣ рѣкъ при прохожденіи ихъ черезъ города: Шпрее, выше Берлина, содержитъ, по изслѣдованіямъ д-ра Вольфгюгеля **), только 466—3251 микробовъ въ куб. стм., а Нева, по Пелю, у водопроводной башни 312 въ куб. стм.,—что вполнѣ отвѣчаетъ общеизвѣстному факту химическаго загрязненія рѣчныхъ водъ при прохожденіи ихъ черезъ большіе города.

Что касается роли и значенія микроорганизмовъ воды, то онѣ до сихъ поръ еще не опредѣлены съ точностью. Большею частію, они, повидимому, относятся къ разряду сапрофитныхъ, непатогенныхъ микроорганизмовъ. Извѣстно также, что они встрѣчаются, хотя и въ небольшихъ количествахъ, даже и въ самой чистой ключевой водѣ, считающейся вполнѣ здоровой и доброкачественной съ санитарно-химической точки зрѣнія. Не менѣе далекъ отъ окончательнаго рѣшенія и весьма важный вопросъ о томъ, на сколько вода, употребляемая для питья, какъ среда для развитія микрофитовъ, можетъ служить путемъ распространенія эпидемическихъ болѣзней, главнымъ образомъ, брюшнаго тифа и холеры. Знаменитая Trinkwasserteorhie, бывшая предметомъ долгихъ и горячихъ дебатовъ, до сихъ поръ не вышла изъ области гипотезъ и въ настоящее время имѣетъ едва-ли не больше фактовъ contra, нежели pro. Однако, наблюденія послѣдняго времени несомнѣнно доказали, что вода въ извѣстныхъ случаяхъ можетъ служить средою, если не для развитія, то для поддержанія жизни нѣкоторыхъ патогенныхъ микроорганизмовъ, хотя, можетъ быть, и на короткое время.

Изслѣдованія Вольфгюгеля и Риделя выяснили, что холерныя бациллы могутъ развиваться въ стерилизованной водѣ. Размноженіе этихъ бацилловъ приблизительно на седьмой день достигаетъ наивысшей точки своего развитія, но даже черезъ нѣсколько мѣсяцевъ вода еще содержитъ очень большія количества способныхъ къ развитію бацилловъ. Въ нестерилизо-

*) Диссерт. Воды С.-Петерб. 1886 г.

**) Arbeiten aus dem kaiserlich. Gesundheitsamte. 1885 г. I.

ванной водѣ онѣ, впрочемъ, обыкновенно погибаютъ, вытѣсняясь другими микроорганизмами воды, но все-таки могутъ въ ней жить нѣсколько дней *). Отсюда возможно предположеніе, что въ водѣ, которая содержитъ незначительное количество *водяныхъ* микрофитовъ, холерные бациллы могутъ жить и болѣе продолжительное время **). Что касается тифозныхъ бациллъ, то способность ихъ жить въ водѣ, хотя, можетъ быть, и короткое время, можетъ считаться доказанною.

Летцерихъ ***), наприм., приводитъ фактъ, что, найденные имъ въ осадкѣ колодезной воды характерные для брюшнаго тифа бациллы, при впрыскиваніи ихъ въ брюшную полость животныхъ, вызывали заболѣванія, похожія на тифъ человѣка. Въ самое послѣднее время тифозные бациллы находимы были въ разныхъ водахъ, употреблявшихся для питья: Michael'емъ въ колодезной водѣ деревни Гроссъ-Бургкъ, около Дрездена, Mörs'омъ въ мѣстечкѣ Либенъ, около Мюльгейма на Рейнѣ. Далѣе Dreifuss-Brisac и Vidal нашли ихъ въ водѣ одного изъ парижскихъ колодцевъ, Chantemesse и Vidal въ колодезной водѣ Пьермонта и въ водоемѣ одного дома въ Клермонѣ; наконецъ Thoinot находилъ ихъ въ рѣкѣ Сенѣ ****). Beumer путемъ разводокъ открылъ тифозные бациллы въ колодезной водѣ мѣстечка Вакеровъ, около Гейфсвальда. Всѣ эти авторы, нужно сказать, присутствіе тифозныхъ бациллъ въ водѣ для питья приводятъ въ связь съ господствовавшими въ то время эпидеміями брюшнаго тифа. Наконецъ, Гаффки *****) въ водѣ весьма загрязненной рѣчки нашелъ бактерію кроличьей септицеміи, которую онъ и получилъ посредствомъ культировки въ чистомъ видѣ. Въ виду этихъ фактовъ нельзя отрицать того, что употребляемая для питья вода, содержащая патогенныя микроорганизмы, при извѣстныхъ благопріятныхъ

*) Основы бактеріологіи д-ра К. Френкеля. Переводъ д-ра Вальтера. 1888 г. Стр. 287—288.

**) Кохъ нашелъ ихъ въ большомъ количествѣ въ одномъ изъ индѣйскихъ прудовъ, весьма загрязненномъ.

***) Приведено у проф. Эрисмана, Курсъ гигіены, стр. 204.

****) Ergänzungshefte zum Centralblatt f. allg. Gesundheitspflege 1887. H. 4, стр. 236—237.

*****) Приведено у Эрисмана, стр. 212.

условіяхъ со стороны организма, можетъ служить причиною хотя бы только спорадическихъ случаевъ инфекціонныхъ заболѣваній—тифа и холеры, главнымъ образомъ.

Возможность зараженія черезъ желудочно-кишечный каналъ, повидимому, доказана Зейтцемъ *). Онъ, измѣнивши кислую реакцію желудка въ щелочную и парализовавъ перистальтическія движенія кишекъ опіемъ, вводилъ посредствомъ желудочнаго зонда тифозные бациллы въ водѣ морскимъ свинкамъ, и большинство животныхъ погибало, при явленіяхъ, напоминавшихъ брюшной тифъ человѣка. Въ пользу этой возможности говоритъ и то обстоятельство, что въ водѣ находимы были микроорганизмы именно тѣхъ самыхъ болѣзней (тифа и холеры), которыя поражаютъ главнымъ образомъ и прежде всего желудочно-кишечный каналъ. Извѣстна также роль болотной воды въ развитіи и распространеніи перемежной лихорадки и притомъ не только путемъ испаренія, но и при одномъ только употребленіи ея для питья. Въ послѣднемъ смыслѣ особенно демонстративенъ извѣстный, сообщенный Буденомъ, случай съ судномъ «Арго» **), пассажиры котораго въ числѣ 120 солдатъ, пившіе воду, запасенную ими изъ источника, извѣстнаго своими лихорадочными свойствами, почти всѣ (111 изъ 120) переболѣли сильной злокачественной лихорадкой, а 13 изъ нихъ умерли; тогда какъ между людьми экипажа того же судна, запасшимися доброкачественной водой, лихорадки не было. Не страдали ею и солдаты той же части войскъ, отправленные днемъ раньше на другомъ суднѣ и съ другою водой для питья. Не менѣе доказательно и наблюденіе, сдѣланное во время кампаніи англичанъ въ землѣ ашантіевъ. «Части войскъ, исполнявшія санитарныя предписанія: пившія воду, предварительно обработанную чаемъ и виномъ или фильтрованную, не получали лихорадки, тогда какъ люди, пившіе воду безъ предварительнаго очищенія, подвергались заболѣванію ***).» Приведенные факты, особенно интересны въ связи съ накопляющимися въ послѣднее время наблюденіями, говорящими въ

*) Основы бактеріологіи К. Френкеля, перев. д-ра Вальтера стр. 319.

**) Приведено въ Гигіенѣ проф. Доброславина, II, стр. 34.

***) Гигіена проф. Доброславина, ч. II, стр. 34—35.

пользу паразитарнаго происхожденія перемежающейся лихорадки. Въ послѣднее время причиною маляріи Marchiafava и Celli выставляютъ низшіе организмы, отнесенные ими къ Mycetozoa и названные гемипласмодіями, которыхъ они находили въ крови малярійныхъ больныхъ, а передъ приступомъ лихорадки даже въ различныхъ фазахъ размноженія. Прививка крови, содержавшей гемипласмодіи здоровымъ, вызывала у нихъ малярію. Въ виду вышеизложеннаго вполнѣ понятно и естественно желаніе имѣть воду для питья, по возможности свободную отъ микроорганизмовъ, и стремленія къ изысканію способовъ очищенія отъ микроорганизмовъ воды во всякомъ случаѣ не должны считаться излишними. Наконецъ, и въ самомъ обществѣ въ настоящее время на столько уже созрѣла потребность въ такой водѣ для питья, что оно не останавливается даже передъ милліонными затратами на устройство центральныхъ городскихъ фильтровъ. Откуда бы ни развилась эта потребность, хотя-бы даже изъ одной только брезгливости, вызываемой перспективой глотать съ водою милліоны этихъ мельчайшихъ организмовъ, нужно идти ей навстрѣчу, разъ она имѣетъ свой raison d'être и съ санитарной точки зрѣнія, хотя и не всѣми гигіенистами признаваемой.

Если расколъ существуетъ во мнѣніяхъ относительно значенія воды для питья въ этіологіи инфекціонныхъ болѣзней, то этіологическая роль воды въ происхожденіи разныхъ болѣзней, вызываемыхъ *животными паразитами*, остается внѣ всякаго сомнѣнія. Давно извѣстно, что яички разныхъ породъ глистъ, попадая съ изверженіями человѣка и животныхъ въ воду для питья, могутъ съ нею переходить и въ организмъ человѣка и достигать въ немъ своего полнаго развитія, производя заболѣванія, выражающіяся весьма разнообразно и извѣстныя подъ названіемъ Helminthiasis. Сюда относятся distoma hepaticum, echinococcum, taenia solium, taenia mediocanellata, botriocephalus latus и проч. Далѣе, значительная часть кровавыхъ поносовъ обязана своимъ происхожденіемъ, вѣроятно, животнымъ паразитамъ, попадающимъ въ кишечный каналъ съ водою для питья. Итальянскій врачъ Перончито *) нашелъ, что не-

*) Приведено въ Гигіенѣ проф. Доброславина, стр. 41 ч. II.

извѣстная дотолѣ болѣзнь, поражавшая массами рабочихъ при прорытіи С.-Готардскаго туннеля и выражавшаяся быстро наступавшей сильной анеміей и истощеніемъ, зависѣла отъ повторныхъ кровопотерь кишечнымъ каналомъ, производимыхъ вводимыми съ водой микроскопическими организмами Anguillula stercoralis или Dochmius duodenalis. То же самое доказано было имъ и относительно подобныхъ же заболѣваній рабочихъ въ рудникахъ Кремница и Хемница *). Наконецъ, немаловажную роль, вѣроятно, играютъ въ развитіи кровавыхъ поносовъ такъ называемыя *водяныя вши*, Cyclops quadricornis. По наблюденіямъ д-ра Высоцкаго **) въ Казанской губерніи, наибольшее развитіе дизентеріи совпадаетъ со временемъ наибольшаго развитія ихъ въ водѣ. Если и не сами по себѣ, то несомнѣнный вредъ онѣ могутъ приносить, вводя съ собою въ организмъ откладывающіеся внутри панцыря ихъ зародыши червя filiaria medinensis, который, разсѣляясь по разнымъ частямъ тѣла, вызываетъ изнурительныя воспаленія и нагноенія.

Вредное дѣйствіе недоброкачественной воды для питья, дознанное вѣковымъ опытомъ народовъ, а частію, конечно, и простая брезгливость къ водѣ дурной на вкусъ и неприглядной въ эстетическомъ отношеніи, заставляли издавна людей прибѣгать къ искусственному очищенію воды. Еще древній еврейскій народъ, по свидѣтельству Библіи, былъ уже знакомъ съ очищающими воду свойствами дубильныхъ веществъ: такъ горькая вода Мерры была сдѣлана годною для питья брошенными въ нее кусками дерева, содержавшими дубильное вещество. Способъ очищенія воды разливаніемъ по широкой поверхности ***), причемъ она частію отстаивается, частію окисляется атмосфернымъ воздухомъ, тоже былъ извѣстенъ въ глубокой древности. Подобный же способъ, состоящій въ удаленіи органическихъ веществъ изъ воды, богатой ими, путемъ гніенія ихъ при покоѣ воды и достаточно высокой температурѣ, былъ

*) Тамъ же.
**) Тамъ же.
***) Гигіена проф. Доброславина. стр. 74.

извѣстенъ древнимъ Римлянамъ временъ Плинія *). Арабамъ извѣстенъ былъ даже способъ очистки воды фильтраціей. Такъ Авиценна совѣтуетъ для очищенія грязной воды пропускать ее черезъ шерсть нѣсколько разъ, переливая изъ сосуда въ сосудъ **).

Изъ современныхъ способовъ очищенія воды наилучшій— это искусственная фильтрація. Но и этотъ способъ, не смотря на его неоспоримыя достоинства, составляетъ желать послѣ себя еще многаго. Фильтрація примѣняется для очищенія воды какъ въ большихъ, такъ и въ малыхъ размѣрахъ. Для первой цѣли устраиваются центральные водопроводные фильтры, для второй существуютъ разнаго рода и устройства, такъ называемые, домашніе фильтры. Центральная фильтрація, понятно, примѣнима только въ богатыхъ и благоустроенныхъ городахъ, какихъ у насъ пока еще немного. Что касается домашнихъ фильтровъ, то, не говоря уже объ ихъ сравнительной дороговизнѣ, ограничивающей распространеніе ихъ, они требуютъ извѣстнаго ухода за собою: частой очистки, промывки, перемѣны фильтрующаго вещества, что уже предполагаетъ извѣстную долю внимательности и умѣнье обращаться съ ними со стороны пользующихся ими лицъ. Въ противномъ случаѣ, даже наилучшіе изъ фильтровъ будутъ давать совершенно противоположный эффектъ, т.-е., вмѣсто очищенія воды, загрязненіе ея. Наконецъ, благодаря своей непортативности, они мало пригодны въ такихъ случаяхъ, какъ походы, передвиженія войскъ, степныя путешествія и пр., когда наиболѣе и встрѣчается настоятельная потребность въ очищеніи воды для питья. Наконецъ, и степень очищенія воды, достигаемая какъ тѣмъ, такъ и другимъ способомъ фильтраціи, представляется не на столько совершенною, чтобы дѣлать излишними изысканія другихъ способовъ очистки воды. Изслѣдованія надъ дѣйствіемъ центральныхъ городскихъ фильтровъ Берлина, производившіяся д-ромъ Вольфгюгелемъ ***) систематически, въ продолженіе 9 мѣсяцевъ съ іюля 1884 и по мартъ 1885 года, между

*) Тамъ же.

**) Fischer, Die chemische Technologie des Wassers, стр. 148.

***) Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamte. 1885 г. I, стр. 6 и слѣд.

прочимъ показали, что окисляемость воды подъ вліяніемъ фильтраціи уменьшается maximum (среднимъ числомъ за цѣлый мѣсяцъ) на 36% (августъ 1884 года, фильтръ Штралауерскій), а minimum на 9,7% (мартъ 1885, фильтръ Теглеровскаго водопровода), среднимъ числомъ на 26% (фильтръ Штралауэр.) и на 13% (фильтръ Теглер.) По Plagge и Proskauer'у *), фильтръ Штралауэр. водопровода уменьшилъ окисляемость воды среднимъ числомъ изъ 44 анализовъ, произведенныхъ ими въ теченіе 10 мѣсяцевъ, на 30,7%, а фильтръ Теглер. водопр. на 16% По изслѣдованіямъ д-ра Хульвы **), фильтрація черезъ песочные фильтры водопроводовъ города Бреславля понижала окисляемость одерской воды на 26%—39%. Къ такимъ же приблизительно результатамъ пришелъ и д-ръ Шидловскій ***), работавшій надъ дѣйствіемъ песочныхъ фильтровъ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ. Имъ найдено, что окисляемость уменьшается послѣ фильтраціи maximum на 37,3%, а minimum на 1,3%, а одинъ фильтръ (№ 2) далъ и повышеніе окисляемости на 0,5%. Кромѣ того, слѣдуетъ сказать, что очищающее дѣйствіе песочныхъ фильтровъ на воду отличается своимъ непостоянствомъ: фильтры одного и того же состава и даже одинъ и тотъ же фильтръ въ разное время даютъ и разное очищеніе воды, что видно изъ приведенныхъ изслѣдованій д-ра Шидловскаго и отчасти Вольфгюгеля.

Что касается домашнихъ фильтровъ, то, по изслѣдованіямъ д-ра Нейенбурга ****), наилучшіе изъ нихъ уменьшаютъ количество органическихъ веществъ въ водѣ на 13,64%—24,41% (известняковые фильтры Корельскаго) и на 31,82% (фильтръ Compessed charcoal filter изъ прессованнаго древеснаго угля), а фильтръ Cheavin'а, по изслѣдованіямъ д-ра Ковальковскаго*****), даже до 82,93%. Остальные же изъ наиболѣе распространенныхъ фильтровъ, по Нейенбургу, или весьма мало уменьшаютъ количество органическихъ веществъ, какъ фильтръ Silicated

*) Zeitschrift für hygiene B. II 1887 г. стр. 434 и слѣд.

**) Ergänzungshefte zum Centralbl. fur allg Gesundheitspflege I, ст. 124.

***) Диссер. Очистка воды для питья въ большихъ размѣрахъ. 1881 г.

****) Очистка воды для питья въ малыхъ размѣрахъ. Диссерт. 1885 г.

*****) Привед. въ диссерт. Нейенбурга, стр. 22.

carbon filter, или же сами снабжаютъ ими фильтруемую воду. Такими оказались угольные фильтры системы Бюринга и К° изъ пластическаго ноздреватаго угля, къ которымъ принадлежатъ и весьма распространенные у насъ фильтры Крумбюгеля и Винтергальтера; далѣе,—войлочные фильтры Буржуа и фильтръ системы Пифке съ фильтрующимъ матеріаломъ изъ растительной клѣтчатки. Послѣдній снабжаетъ иногда воду даже и самымъ фильтрующимъ матеріаломъ *).

Обратимся теперь къ бактеріоскопической сторонѣ дѣла. И здѣсь мы увидимъ, что искусственная фильтрація не удовлетворяетъ насъ на столько, чтобы не оставалось желать ничего лучшаго.

Изъ той же работы Вольфгюгеля видно, что наилучшій изъ Берлинскихъ центральныхъ фильтровъ (водопров. Штралауэрскій) пропускаетъ среднимъ числомъ 7 микроорганизмовъ изъ 1,000, а по отдѣльнымъ мѣсяцамъ 30, 45 и до 58 изъ 1,000. Другой же фильтръ, фильтрующій воду Теглеровскаго озера, среднимъ числомъ пропускаетъ 119 способныхъ къ развитію зародышей изъ 1,000, а maximum ихъ доходитъ до 290, т. е. болѣе чѣмъ $^1/_4$ количества микроорганизмовъ неочищенной воды. По изслѣдованіямъ Plagge и Proskauer'а **) среднимъ числомъ изъ 44 наблюденій черезъ фильтръ Штралауэр. проходитъ 12, а черезъ фильтръ Теглер. водопровода 38 микроорганизмовъ изъ 1000.

Еще менѣе удовлетворяютъ своему назначенію большая часть домашнихъ фильтровъ, существующихъ въ продажѣ, какъ это видно изъ изслѣдованій д-ра Пеля ***). Единственными вполнѣ цѣлесообразными въ бактеріоскопическомъ отношеніи представляются фильтры микромембранный (асбестовый) Брейера и коалиновый Пастеръ-Шамберлена. Послѣдній вполнѣ задерживаетъ микроорганизмы воды. Но оба эти фильтра не могутъ имѣть широкаго распространенія въ обыденной жизни, во-1-хъ, по своей сравнительной дороговизнѣ, а во-2-хъ, главнымъ образомъ, потому, что для фильтрованія

*) Диссерт. Нейенбурга, стр. 37, 41 и 44.

**) l. c. стр. 449.

***) «Вѣстникъ Судеб. Медиц.» 1887 г. іюнь.

требуютъ высокаго давленія, вслѣдствіе чего они являются неудобными въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ водопроводовъ. При низкомъ же давленіи они даютъ только весьма небольшія количества воды, вслѣдствіе чего они болѣе пригодны для лабораторій, нежели для домашнихъ потребностей. Затѣмъ наиболѣе, повидимому отвѣчаютъ своему назначенію упомянутые фильтры Compressed charcoal filter и фильтръ Корельскаго, задерживавшіе, въ опытахъ д-ра Нейенбурга, въ значительномъ количествѣ гнилостныхъ шизомицетовъ (на сколько именно, не извѣстно, ибо количественныхъ опредѣленій сдѣлано не было). Всѣ же остальные фильтры, въ обиліи предлагаемые рынкомъ, или весьма мало, или совсѣмъ не очищаютъ воду отъ микроорганизмовъ; нѣкоторые же изъ нихъ, именно: угольные системы Бюринга, войлочный Буржуа и целлюлезный фильтръ Пифке, могутъ иногда даже въ большомъ количествѣ снабжать *) ее ими. Линкъ **) нашелъ, что вода послѣ фильтраціи черезъ угольный фильтръ Бюринга содержала одинъ разъ 13650, а другой $13^1/_2$ тысячъ микроорганизмовъ въ 1 к. с., тогда какъ до фильтраціи ихъ было только 500 и 420 въ к. с.

Таковымъ же оказался, по изслѣдованіямъ д-ра Вильчура ***) и распространенный фильтръ Меньяна. Стерилизованная вода, послѣ фильтраціи чрезъ этотъ фильтръ, оказалась содержавшею значительное количество микроорганизмовъ. Къ этому необходимо прибавить, что большая часть распространенныхъ у насъ фильтровъ, а именно всѣ изслѣдованные д-ромъ Нейенбургомъ фильтры, кромѣ известняковаго и фильтра «Compressed charcoal» изъ прессованнаго древеснаго угля, а такъ же и фильтръ Меньяна пропускаютъ черезъ себя зерна картофельнаго крахмала, а слѣдовательно и яички многихъ глистъ, имѣющія меньшій діаметръ, напримѣръ, taeniae solium, taeniae marginatae, oxiuris vermicularis и др.

Въ виду изложеннаго, попытки къ изысканію новыхъ способовъ очищенія воды какъ въ химическомъ, такъ, главнымъ образомъ, въ бактеріоскопическомъ отношеніи во всякомъ слу-

*) Пель, тамъ же.

**) Тамъ же.

***) Врачъ 1887 г. стр. 419.

чаѣ не должны считаться лишними, особенно способовъ простыхъ, дешевыхъ и общедоступныхъ. Наиболѣе всего потребность въ нихъ ощущается въ войскахъ, которымъ, во время походовъ, передвиженій и лагерныхъ стоянокъ, сплошь и рядомъ приходится употреблять воду не такую, какая отвѣчала бы санитарнымъ требованіямъ, а какая окажется подъ руками.

Одно изъ старыхъ и распространенныхъ у многихъ народовъ средствъ очистки воды для питья это квасцы—сѣрнокаліевая соль глинозема.

Глина, по Лершу *), составляетъ одно изъ дѣйствительныхъ средствъ для осажденія взвѣшенныхъ веществъ въ водѣ. Это дѣйствіе глины было извѣстно издавна. По Діоклесу очищали воду, кипятя ее съ бѣлкомъ куринаго яйца и съ высушенной глиной. Авиценна тоже говоритъ о кипяченіи дурной воды съ глиной.

По Руфусу, для доставленія чистой воды большимъ массамъ людей, слѣдуетъ падающую съ высоты воду пропускать черезъ канавы, содержащія горшечную глину. Что же касается квасцовъ, то объ нихъ, какъ объ очищающемъ воду средствѣ, зналъ еще Авиценна. Въ Индіи и Китаѣ съ этой стороны они извѣстны уже нѣсколько вѣковъ и до сихъ поръ пользуются тамъ широкимъ распространеніемъ.

Китайцы, съ цѣлію очищенія воды, накладываютъ нѣкоторое количество квасцовъ въ бамбуковую трубку и мѣшаютъ ею очищаемую воду. Въ большомъ употребленіи средство это и у насъ въ Русскомъ Туркестанѣ, на Кавказѣ, а отчасти и въ Бессарабіи и другихъ мѣстахъ. Однако, не смотря на такое распространеніе квасцовъ, дѣйствительное значеніе ихъ, какъ очищающаго воду средства, особенно въ бактеріоскопическомъ отношеніи, изслѣдовано далеко недостаточно. Въ руководствахъ по гигіенѣ объ нихъ говорится обыкновенно глухо, мимоходомъ, какъ будто только для полноты и порядка, при перечисленіи другихъ способовъ очистки воды. Сравнительно болѣе подробныя изслѣдованія, касающіяся настоящаго вопроса, находимъ только у Паркса и Хульвы. Но

*) По Лершу, при помощи глины можно выдѣлить изъ молока молочные шарики. Lersch. Hydro—Chemie 1870 г., стр. 538—539.

Парксъ изслѣдовалъ очищающее дѣйствіе квасцовъ и сѣрнокислаго глинозема только на органическія вещества воды; бактеріоскопическая же сторона дѣла осталась совершенно незатронутой имъ. На послѣднюю отчасти обращено вниманіе только однимъ д-ромъ Хульвой изъ Бреславля.

Въ виду этого, по предложенію приватъ доцента А. И. Судакова, я и сдѣлалъ попытку опредѣлить дѣйствительное значеніе квасцовъ и сѣрнокислаго глинозема, какъ очищающихъ воду средствъ, и найти имъ мѣсто среди другихъ способовъ очистки воды для питья. Главною задачей моей такимъ образомъ было опредѣлить: 1) степень очищенія воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ какъ въ химическомъ, такъ и, преимущественно, бактеріоскопическомъ отношеніяхъ, 2) степень загрязненія или порчи воды веществами, которыя неизбѣжно вносятся этими препаратами въ воду. Рѣшеніе этихъ задачъ дало бы отвѣтъ и на главный вопросъ: заслуживаютъ ли эти средства практическаго примѣненія? Въ случаѣ положительнаго рѣшенія этого вопроса требовалось опредѣлить условія для наиболѣе легкаго, удобнаго и общедоступнаго примѣненія этихъ средствъ на практикѣ. При рѣшеніи этой задачи я старался результаты, получаемые при очищеніи воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ, ставить въ параллель съ таковыми же, достигаемыми искусственной фильтраціей воды. Это дѣлалось съ цѣлію представить наиболѣе рельефно дѣйствительное очищающее значеніе этихъ средствъ, такъ какъ фильтрація въ настоящее время считается, по справедливости, наилучшимъ способомъ очистки воды и притомъ способомъ наиболѣе и всесторонне изслѣдованнымъ, почему и можетъ служить вѣрною и наглядною мѣркою при оцѣнкѣ другихъ способовъ.

Вода для опытовъ бралась изъ разныхъ мѣстъ Лиговскаго канала и изъ прудовъ, находящихся въ Таврическомъ саду. Предосторожностей, необходимыхъ при набираніи воды для опредѣленія въ ней микроорганизмовъ, ни какихъ не принималось въ виду того, что для моихъ цѣлей важно было только то количество микроорганизмовъ, которое содержалось въ водѣ

въ моментъ очищенія ея испытуемыми средствами, а не то, которое находится въ самомъ источникѣ.

Затѣмъ отливалась порція въ 1—1½ литра воды въ стеклянный цилиндръ или банку, всыпалось предварительно отвѣшенное количество квасцовъ или сѣрнокислаго глинозема съ известью, вода взбалтывалась встряхиваніемъ сосуда и помѣшиваніемъ стеклянною палочкой до полученія замѣтной мути, и сосудъ оставлялся въ покоѣ, закрытый пробкой или бумажнымъ колпачкомъ, до полнаго просветлѣнія воды, при чемъ отмѣчалось потребное для того время. Вслѣдъ за взбалтываніемъ, по прибавленіи очищающаго средства, вода, мутная и сама по себѣ, мутнѣетъ все больше и больше. Минутъ черезъ 3—5 можно уже разсмотрѣть на свѣтъ, что увеличивающаяся муть зависитъ отъ массы весьма мелкихъ частичекъ, постепенно сливающихся въ болѣе или менѣе крупные волюминозные хлопья. Минутъ черезъ 10—60 хлопья эти болѣе или менѣе густой сѣтью пронизываютъ весь столбъ воды, а въ промежуткахъ между ними, въ петляхъ этой сѣти, замѣчается значительно уже просвѣтлѣвшая вода.

Затѣмъ хлопья черезъ болѣе или менѣе продолжительное время, частію опадаютъ на дно, частію же значительно меньшею, поднимаются на поверхность воды, гдѣ и располагаются въ видѣ пленки буроватаго или сѣро-бураго цвѣта*). Быстрота образованія хлопьевъ, ихъ величина и количество (болѣе или менѣе густая сѣть), а также скорость, съ какой они осаждаются зависятъ отъ количества взятаго для очищенія препарата глинозема. Чѣмъ больше это количество, тѣмъ хлопья образуются быстрѣе, въ бо́льшемъ количествѣ и бо́льшей величины, тѣмъ скорѣе получается полное осажденіе ихъ и, слѣдовательно полное просвѣтлѣніе воды.

Посѣвы не очищенной воды дѣлались передъ самымъ очищеніемъ ея; къ химическому же анализу я приступалъ только тогда, когда вода дѣлалась вполнѣ свѣтлой и свободной отъ

*) Вѣроятно хлопья гидрата глинозема захватываютъ, въ моментъ образованія ихъ, мельчайшія взвѣшенныя очень легкія частички органическихъ веществъ, отчего дѣлаются удѣльно болѣе легкими и всплываютъ на поверхность воды.

частичекъ глинозема. Вода для анализовъ набиралась пипеткой прямо изъ сосуда, безъ предварительнаго фильтрованія. Химическимъ анализомъ опредѣлялись количества плотнаго остатка, степень окисляемости воды и изъ нея количество летучихъ и нелетучихъ органическихъ веществъ, количества амміака, хлора, азотной и сѣрной кислотъ, извести и жесткость въ градусахъ. Главною заботою при производствѣ анализовъ водъ неочищенныхъ и очищенныхъ было то, чтобы подлежащіе сравненію результаты анализовъ получались при возможно одинаковыхъ условіяхъ. Въ виду этого опредѣленіе каждой примѣси въ данной серіи водъ (т. е. въ неочищенной водѣ и порціяхъ той же воды, очищенныхъ разными дозами препаратовъ глинозема) производилось параллельно: одними и тѣми же титрованными растворами, въ одно и то же время и до мельчайшихъ подробностей одинаковыми пріемами. Къ краткому изложенію производства ихъ я и перехожу.

Опредѣленіе твердаго остатка. 200 куб. стм. воды выпаривалось на водяной банѣ досуха, чашка съ остаткомъ высушивались въ воздушной банѣ при 130—150°С. въ теченіи $^1/_2$ часа, затѣмъ на такое же время ставилась въ эксикаторъ и взвѣшивалась. Эта процедура повторялась до тѣхъ поръ, пока при двухъ послѣдовательныхъ взвѣшиваніяхъ не получалась одинаковая цифра, каковая, помноженная на 5, и давала количество плотнаго остатка въ литрѣ воды.

Опредѣленіе окисляемости и органическихъ веществъ. *Приготовленіе растворовъ.* Титръ устанавливался такимъ образомъ, чтобы количество $C_2H_2O_4$, содержащееся въ 10 к. с. раствора ея, разлагалось 1-мъ миллиграммомъ кислорода. Реакція окисленія идетъ такъ: $C_2H_2O_4+2H_2O+O=2CO_2+3H_2O$, слѣдовательно 126 (вѣсъ частицы $C_2H_2O_4$) частей щавелевой кислоты разлагаются 16-ю частями О, а 1 mlgm О разложитъ 7,875 mlgm $C_2H_2O_4$, каковое каличество и должнобыть въ 10 к. с. раствора, а въ литрѣ—О, 7875 гр. *).

*) Здѣсь сдѣлано отступленіе отъ общепринятаго способа приготовленія титрованнаго раствора $C_2H_2O_4$. Обыкновенно берется растворъ центинормальный. Вѣсъ част. $C_2H_2O_4$=126, слѣдов. нормальный растворъ ея долженъ бы быть 126 грм, на литръ, но въ виду крѣпости такого раствора, прини-

Бралось небольшое, около 1 грм., количество чистой, перекристализованной изъ спиртнаго раствора и высушенной между листами пропускной бумаги, щавелевой кислоты, точно опредѣлялся вѣсъ этого количества и растворялось оно въ только-что перегнанной, съ прибавленіемъ Mn Ka O_4, дестилированной водѣ, количество которой опредѣлялось изъ пропорціи: вѣсъ взятой дозы $C_2H_2O_4$: 0, 7875=X:1000 грм. воды. Растворъ марганцевокислаго калія приготовлялся такъ, чтобы приблизительно 10 к. с. его разлагали 10 к. с. раствора $C_2H_2O_4$. Такъ какъ въ кисломъ растворѣ (какъ и производилось опредѣленіе) $2KaMnO_4+3H_2SO_4=KaSO_4+2SMnO_4+3H_2O+O_5$, т. е. 2 частицы марганцевокислаго калія окисляютъ 5 частицъ щавелевой кислоты, то одна частица $C_2H_2O_4$ будетъ разлагаться $^2/_5$ ч. Mn Ka O_4 а 126 частей $C_2H_2O_4$—разложатся 63,2 ч. марганцево-кислаго калія. Слѣдовательно на 7,875 mlgm. ея (въ 10 к. с.) нужно: 7,875:126=X:63,2; X=3,95 mlgm. $KaMnO_4$, а на литръ 0,395 грм. Затѣмъ титръ устанавливался такимъ образомъ: 100 к. с. дестиллированной воды съ 5 к. с. разведенной (1: 3) сѣрной кислоты подогрѣвалось, затѣмъ прибавлялся до ярко краснаго цвѣта растворъ $KaMnO_4$, жидкость кипятилась ровно 5 минутъ, охлаждалась до 60° С., приливалось 10 к. с. $C_2H_2O_4$ и титровалось до слабо-розоватаго окрашиванія растворомъ $MnKaO_4$. Такимъ образомъ, органическія вещества дестиллированной воды разрушались вполнѣ. Для окончательной установки титра полученная жидкость доводилась до 60° С., прибавлялось 10 к. с. раствора щавелевой кислоты, и затѣмъ приливался осторожно растворъ $KaMnO_4$ до слабо-розоватаго окрашиванія и опредѣлялось, такимъ образомъ, количество этого раствора, соотвѣтствующее 10 к. с. раствора C_2H_2O .

маютъ за нормальный растворъ половиннаго количества, т. е. 63 грм. на литръ, а центинормальный, значитъ, 0,63 грм. на литръ; 10 куб. стм. такого раствора содержатъ 6,3 mlgm $C_2H_2O_4$, на окисленіе которыхъ идетъ 0,8 mlgm кислорода (такъ какъ на 126 его идетъ 16, а на 63—8). Въ нашемъ же растворѣ 10 к. с. отвѣчаютъ 1 mlgm.; такой растворъ представляетъ большее удобство при вычисленіи. почему и сдѣлано это отступленіе.

Въ виду большихъ количествъ органическихъ веществъ въ водахъ, съ которыми я имѣлъ дѣло, я бралъ 10—25 к. с. воды и разводилъ до 100 к. с. дестиллированной водой, въ которой количество органическихъ веществъ опредѣлено ранѣе. При опредѣленіи количества раствора марганцев. калія, пошедшаго на окисленіе органическихъ веществъ испытуемой воды, дѣлалась соотвѣтственная поправка на органическія вещества прибавленной дестиллированной воды.

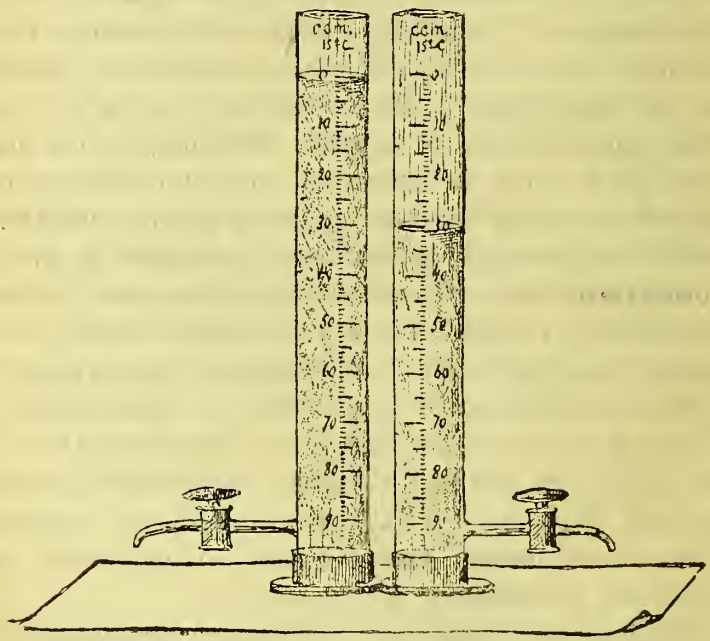
Количество органическихъ веществъ опредѣлялось (по Вуду) черезъ умноженіе на 20 количества O, пошедшаго на окисленіе ихъ. Такъ какъ количество кислорода марганцевой кислоты, идущаго на окисленіе органическихъ веществъ, зависитъ отъ продолжительности нагрѣванія и отъ количествъ прибавляемыхъ растворовъ марганцево-кислаго калія и сѣрной кислоты, то при опредѣленіи органическихъ веществъ въ каждой серіи водъ—неочищенной и очищенныхъ—имѣлось въ виду, чтобы сказанныя условія были абсолютно одинаковы. Раствора марганцево-кислаго калія приливалось одинаковое количество, тоже и разведенной сѣрной кислоты — всегда 5 к. с.; кипяченіе продолжалось 5 минутъ. Всѣ порціи водъ отмѣривались одной и той же пипеткой, а также и дестиллированная вода для разведенія бралась одна и та же, съ опредѣленнымъ заранѣе содержаніемъ органическихъ веществъ въ ней.

Опредѣленіе хлора производилось титрованнымъ растворомъ азотно-кислаго серебра. Титръ устанавливался эмпирически по раствору хлористаго натра, содержавшему одинъ граммъ хлора на литръ раствора, или 1 mlgm. въ к. с., такъ чтобы 1 к. с. раствора $NAgO_3$ соотвѣтствовалъ 1 к. с. раствора ClNa. Количество ClNa, для раствора на литръ воды, опредѣлялось изъ пропорціи 35,5 : 58,5 = 1 : X,—откуда 1,648 грм. на литръ.

Опредѣленіе амміака производилось по цвѣтовому способу Фрэнклэнда, измѣненному Генсромъ.

Приготовленіе растворовъ. 1) Концентрированный растворъ соды: 3 части на 5—6 частей дестиллированной воды. Растворъ кипятился для удаленія могущаго быть амміака. 2) Концентрированный растворъ ѣдкаго натра 1 : 2. 3) Растворъ хлористаго аммонія съ содержаніемъ 0,05 mlgm. въ 1 куб. стм.

Сначала приготовлялся крѣпкій растворъ нашатыря, который бы содержалъ 1 грм. амміака въ литрѣ. Изъ пропорціи 53,5 : 17 = X : 1 высчитывалось количество нашатыря на литръ такого раствора. 50 к. с. такого крѣпкаго раствора, разведенные до литра, давали требуемый слабый растворъ съ содержаніемъ 50 mlgm NH_3 въ литрѣ или 0,05 mlgm. въ 1 к. с. 4) Несслеровскій реактивъ приготовлялся обыкновеннымъ образомъ. Такъ какъ способъ Генера мало извѣстенъ у насъ въ Россіи, то считаю нелишнимъ привести болѣе подробное описаніе его *). Приборъ Генера, какъ видно изъ рисунка, приложеннаго здѣсь, состоитъ изъ двухъ парныхъ цилиндровъ литаго стекла, снабженныхъ внизу у самаго дна кранами съ узкимъ отверстіемъ. Цилиндры эти совершенно одинаковой высоты, діаметра и объема (въ 100 к. с.) и градуированы съ дѣленіями въ 1 к. с.



1/3 норм. величины.

*) Приборъ Генера примѣненъ мною по иниціативѣ и по предложенію Приватъ-Доцента А. И. Судакова, которымъ онъ и введенъ въ употребленіе въ лабораторіи Николаевскаго Госпиталя.

Ходъ опредѣленія. Къ 200 к. с. испытуемой воды прибавлялось 1 к. с. раствора ѣдкаго натра и 2 к. с. раствора соды для осажденія соединеній кальція и магнія. Когда осадокъ опадалъ, 20—50 к. с. воды (смотря по содержанію амміака) вливалось въ одинъ изъ цилиндровъ и прибавлялось дестиллированной воды до 100 к. с. Въ другой цилиндръ наливалось 100 к. с. дестиллированной воды и 0,2—0,3 куб. стм. слабаго раствора нашатыря. Затѣмъ въ оба цилиндра прибавлялось по 1 к. с. Несслеровскаго реактива, они ставились на листъ бѣлой бумаги и производилось сравненіе окраски жидкостей въ обоихъ цилиндрахъ. Если въ 1-мъ цилиндрѣ окраска оказывалась слабѣе, чѣмъ во 2-мъ (что случалось весьма рѣдко), то бралась или новая порція изслѣдовавшейся воды, но менѣе разведенная дестиллированной водой, или новая порція дестиллированной воды съ меньшимъ содержаніемъ нашатыря. Если же изслѣдуемая вода представлялась окрашенною интенсивнѣе, чѣмъ дестиллированная съ нашатыремъ, то она выпускалась черезъ кранъ цилиндра до тѣхъ поръ, пока окраска въ обоихъ цилиндрахъ не дѣлалась одинаковой. Такимъ образомъ становилось извѣстнымъ содержаніе амміака въ оставшемся въ 1-мъ цилиндрѣ столбѣ жидкости: оно равно содержанію его во 2-мъ цилиндрѣ, т. е. при прибавленіи, наприм., 0,2 к. с. раствора нашатыря = 0,01 mlgm., что видно изъ пропорціи $0,2 : 1 = X : 0,05$. Затѣмъ изъ объема оставшагося столба и степени разведенія взятой для опредѣленія пробы воды высчитывалось количество амміака на литръ. Примѣръ: 25 к. с. воды въ 1 цилиндрѣ разбавлены до 100 к. с. дестиллированной водой. Въ другой цилиндръ съ 100 к. с. дестилл. воды прибавлено 0,2 к. с. раствора нашатыря. До одинаковой окраски пришлось выпустить изъ I цилиндра 30 к. с., какъ представлено на рис. Слѣд. 70 к. с. 1-го цилиндра содержатъ NH_3 столько, сколько его содержится во 2-мъ, т. е. 0,01 mlgm. Въ 100 же к. с. будетъ $100 : 70 = X : 0,01$; $X = 0,014286$, а въ литрѣ испытуемой воды $0,014286 \times 40 = 0,571$ mlgm. Этимъ приборомъ опредѣленіе амміака въ водѣ производится легко, удобно и, главное, очень скоро. При немъ избѣгается хлопотливое приготовленіе нѣсколькихъ пробъ смѣси дестиллированной воды съ различными

количествами нашатыря для сравненія, что занимаетъ иногда немало времени. Когда окраска въ 1-мъ цилиндрѣ значительно рѣзче, чѣмъ во 2-мъ, то жидкость сначала выпускается быстро, пока окрашиваніе не будетъ подходить къ таковому же во 2-мъ цилиндрѣ, а затѣмъ осторожно и понемногу, пока не получится совершенно одинаковая окраска. Такимъ образомъ весь ходъ опредѣленія требуетъ очень немного времени.

Опредѣленіе азотной кислоты дѣлалось посредствомъ титрованнаго раствора индиго. Послѣдній приготовлялся такимъ образомъ: 1 часть индиго растворялась въ 6 ч. дымящейся сѣрной кислоты въ фарфоровой ступкѣ. Оставшаяся, по осажденіи нерастворившихся частей, жидкость разбавлялась въ 40 разъ бо̀льшимъ количествомъ дестиллированной воды и фильтровалась. Полученный такимъ образомъ крѣпкій растворъ индиго, по мѣрѣ надобности, разводился дестиллированной водой на столько, чтобы слой жидкости, налитой въ бюретку, былъ достаточно прозраченъ. Титръ устанавливался эмпирически, по раствору азотнокислаго калія, такъ, чтобы 6—12 куб. стм. раствора индиго отвѣчали 1 к. с. раствора $NKaO_3$ съ содержаніемъ 1 mlgm. N_2O_5. Количество $NKaO_3$ на литръ раствора опредѣлялось изъ пропорціи: 108 (N_2O_5) : 202, ($2KaNO_3$) = 1 : X, откуда X = 1,870 грм. $NKaO_3$ на литръ. N_2O_5 въ литрѣ такого раствора — 1 грм., а въ 1 к. с. одинъ mlgm.

Ходъ опредѣленія. Въ эрленмейровскую колбу вливалось 25 к. с. изслѣдуемой воды, прибавлялось 50 к. с. химически чистой сѣрной кислоты и возможно быстро приливался изъ бюретки растворъ индиго, при постоянномъ встряхиваніи колбы, до полученія зеленоватаго окрашиванія. При этомъ имѣлось, главнымъ образомъ, въ виду, чтобы при работѣ съ одной серіей водъ: неочищенной и тѣхъ же очищенныхъ степень индикаторной окраски была одна и та же. Изъ количества потраченнаго раствора индиго высчитывалось количество N_2O_5 въ 25 к. с. воды, а отсюда и содержаніе его въ литрѣ.

Опредѣленіе сѣрной кислоты производилось вѣсовымъ способомъ, посредствомъ осажденія ея въ видѣ сѣрнокислаго барита хлористымъ баріемъ. Послѣдній брался въ 1% растворѣ. 200 к. с. воды (а неочищенной 400—500 и выпаривалась до

200), подогрѣвалось, по прибавленіи 2—4 капель крѣпкой соляной кислоты, въ стаканѣ и приливался по каплямъ растворъ хлористаго барія до слабаго избытка, который опредѣлялся, во-1-хъ потому, что при прибавленіи къ каплѣ, взятой изъ стакана и разлитой на стеклянной пластинкѣ, капли раствора ClBa не получалось мути, во-2-хъ потому, что при прибавленіи къ ней капли разведенной SH_2O_4 получалась муть. Затѣмъ подогрѣваніе продолжалось еще минутъ 10 и стаканъ оставлялся въ покоѣ на нѣсколько часовъ (10—18), пока осадокъ весь не опадалъ на дно, а жидкость надъ нимъ не дѣлалась прозрачной. Тогда она фильтровалась черезъ фильтру изъ шведской бумаги, съ опредѣленнымъ содержаніемъ золы, смоченную дестиллированной водой. Осадокъ промывался горячей дестиллированной водой до тѣхъ поръ, пока фильтратъ не содержалъ и слѣдовъ хлористаго барія, что узнавалось потому, что не получалось мути, ни отъ прибавленія къ фильтрату раствора азотнокислаго серебра, ни отъ прибавленія къ нему разведенной сѣрной кислоты. Затѣмъ фильтра съ осадкомъ высушивалась при 100°, сжигалась на проволокѣ надъ платиновымъ тиглемъ; сгорѣвшія и обуглившіяся частички фильтры осторожно стряхивались въ тигель вмѣстѣ съ осадкомъ, и тигель прокаливался въ продолженіе 10 минутъ и, по охлажденіи, взвѣшивался. Полученная цифра минусъ вѣсъ тигля и золы фильтры представляла вѣсъ сѣрнокислаго барита. Послѣдній переводился на SO_3 по пропорціи: 233 (частица $SBaO_4$) : 80 (частица SO_3)=полученный вѣсъ $SBaO_4$:X. Число, опредѣляющее X въ этой пропорціи, помноженное на 5, показывало содержаніе SO_3 въ литрѣ воды.

Известь, въ видѣ CaO, опредѣлялась объемнымъ способомъ, по методу Мора: путемъ осажденія въ видѣ щавелевокислой извести и опредѣленія количества пошедшей на образованіе ея щавелевой кислоты по избытку ея, опредѣлявшемуся титрованнымъ растворомъ марганцево-кислаго калія.

Приготовленіе растворовъ. Растворъ щавелевой кислоты дѣлался децинормальный—6,3 грм. на литръ. Растворъ марганцево-кислаго калія приготовлялся такой, чтобы 25,1 к. с. его соотвѣтствовали 25 к. с. щавелевой кислоты (0,1 к. с. идетъ

на сообщеніе розоватой окраски жидкости). Сначала брался растворъ около 3,2 грм. $MnKaO_4$ на литръ. 200 к. с. дестиллированной воды, по прибавленіи къ нимъ 25 к. с. раствора $C_2H_2O_4$ и 10 к. с. крѣпкой сѣрной кислоты, подогрѣвались до 60° и къ нимъ приливался изъ бюретки растворъ $MnKaO_4$ до слабо-розоватаго окрашиванія, неисчезающаго при взбалтываніи жидкости. Изъ количества потраченнаго раствора высчитывалось, какимъ количествомъ воды нужно было разбавить сдѣланный растворъ, чтобы получить растворъ требуемый. Напримѣръ, пошло 23 к. с., а раствора сдѣлано литръ. Изъ пропорціи $X : 2,1 = 1000 : 23$; $X = 91,3$ к. с. дестиллированной воды нужно прибавить къ литру раствора.

Ходъ опредѣленія. Въ колбу съ 100 к. с. изслѣдуемой воды приливалось изъ бюретки 25 к. с. раствора щавелевой кислоты, затѣмъ 2—3 капли крѣпкаго амміака (до ясно-щелочной реакціи, указываемой фенолъ-фталеиномъ) и все подогрѣвалось до кипѣнія. По охлажденіи, содержимое колбы разводилось до 300 к. с. дестиллированной водой; жидкость, по осажденіи щавелевокислой извести, фильтровалась. Затѣмъ 200 к. с. фильтрата, по прибавленіи 10 к. с. крѣпкой сѣрной кислоты и подогрѣваніи до 60°, титровалась растворомъ марганцевокислаго калія до слаборозоватаго окрашиванія. Вычисленіе: Положимъ, пошло раствора $KaMnO_4$ —15.4 к. с. $\frac{15,4.300}{200} = 23,1$; $23,1 - 0,1 = 23$; $25 - 23 = 2$ к. с., $2 : 25 = X : 70$, *) отсюда $X = 5,6$ mlgm. CaO, а на литръ $5,6 \times 10 = 56$ mlgm.

Магнезія, въ видѣ MgO, опредѣлялась путемъ вычисленія изъ найденнаго количества извести и жесткости. Напримѣръ: извести 86,4, жесткость 13,3 ; $133 - 86,4 = 46,6$ въ переводѣ на MgO—$56 : 40 = 46,6 : X$, $X = 33,3$ mlgm. pro liter.

Жесткость опредѣлялась приготовленнымъ по обыкновенному способу титрованнымъ мыльнымъ растворомъ и выражалась въ нѣмецкихъ градусахъ. Вода для опредѣленія жесткости

---

*) 70 mlgm. CaO эквивалент. количеству $C_2H_2O_4$ въ 25 к. с. децинормальнаго раствора ея: 56 ч. CaO эквивал.—126 ч. $C_2H_2O_4$; отсюда 6,3 mlgm. ея—2,8 mlgm. CaO, а $2 . 8 \times 25 = 70$.

бралась въ количествѣ 20—25 к. с. и разводилась до 100 дестилированнойводой.

Опредѣленіе калія производилось по Кубелю. Вода неочищенная бралась въ количествѣ одного литра, а очищенная квасцами 400—500 к. с. и выпаривалась на водяной банѣ до 200 к. с. Затѣмъ прибавлялось 18 к. с. раствора ѣдкаго барита (для осажденія солей щелочныхъ земель и тяжелыхъ металловъ), и жидкость подогрѣвалась до образованія густаго осадка, переводилась въ колбу, доливалась дестиллированной водой до 250 к. с. и оставлялась на нѣсколько часовъ въ покоѣ до опаденія осадка; затѣмъ фильтровалась, 200 к. с. фильтрата подогрѣвалось въ чашкѣ на водяной банѣ и прибавлялось крѣпкаго раствора углекислаго аммонія до полнаго осажденія барія и остатковъ кальція въ видѣ углекислыхъ солей. Полное осажденіе этихъ солей узнавалось потому, что не получалось мути отъ прибавленія того же раствора къ маленькой порціи (5 к. с.), взятой изъ чашки, профильтрованной въ пробирку и подогрѣтой; послѣ пробы порція эта выливалась обратно въ чашку и пробирка ополаскивалась небольшимъ количествомъ дестиллированной воды, сливавшейся туда же. Послѣ того какъ осадокъ собрался въ крупные хлопья, содержимое чашки опять переводилось въ колбу и опять доливалось до 250 к. с.; по опаденіи осадка, жидкость фильтровалась, и 200 к. с. фильтрата, по прибавленіи 2 капель раствора щавелево-кислаго аммонія, выпаривалось въ чашкѣ на водяной банѣ до-суха. Остатокъ слегка прокаливался и, нѣсколько почернѣвшій, растворялся въ теплой дестиллированной водѣ; растворъ фильтровался (отъ угольныхъ частичекъ) въ платиновый тигель и выпаривался на водяной банѣ, при чемъ въ срединѣ выпариванія прибавлялось 3—4 капли соляной кислоты. Сухой остатокъ, слабо прокаливался до тѣхъ поръ, пока не начиналось плавленіе хлористыхъ щелочей и, наконецъ, по охлажденіи подъ эксикаторомъ, взвѣшивался. Такимъ путемъ опредѣлялось общее количество хлористыхъ щелочей. Вычисленіе количества ихъ на литръ воды дѣлалось по формулѣ $\frac{m \times 25 \times 10}{16 \times n}$ гдѣ m обозна-

чаетъ вѣсъ общаго количества хлористыхъ щелочей въ mlgm. а n —число сотенъ к. с. воды, взятой для анализа *).

Для дальнѣйшаго опредѣленія калія содержимое тигля растворялось въ небольшомъ количествѣ дестиллированной воды и переводилось въ фарфоровую чашечку. Къ нему приливался медленно, по каплямъ, но въ избыткѣ, растворъ хлорной платины, жидкость выпаривалась на водяной банѣ, причемъ обыкновенно выпариваніе не доводилось до-суха, для избѣжанія потери хлоръ-платинатъ-каліемъ кристаллизаціонной воды. Затѣмъ полученная кристаллическая масса обливалась эфиризованнымъ алкоголемъ (1 часть эфира на 5 ч. 95% спирта) и оставлялась часа на 2 стоять подъ стаканомъ, при помѣшиваніи изрѣдка стекляной палочкой. Жидкость надъ осадкомъ отфильтровывалась черезъ взвѣшенную фильтру, а осадокъ опять наливался эфиризованнымъ спиртомъ и такъ промывался нѣсколько разъ, переводился, наконецъ, на туже фильтру, здѣсь промывался еще нѣсколько разъ, пока фильтратъ не былъ такъ же безцвѣтенъ, какъ и приливавшійся спиртъ, послѣ чего фильтра высушивалась при 100° и взвѣшивалась (между 2-мя часовыми стеклами). Полученная въ милиграммахъ цифра хлоръ-платината-калія, при умноженіи на 0,305, давала ко-

---

*) Формула эта получается такимъ образомъ: такъ какъ взятая послѣ выпариванія порція воды въ теченіе анализа два раза разводится дестиллир. водой съ 200 к. с. до 250, изъ которыхъ для дальнѣйшаго анализа всякій разъ берется только 200 к. с., то, очевидно, въ результатѣ получается количество щелочей меньшее того, какое содержалось во взятомъ для анализа количествѣ изслѣдуемой воды. Положимъ, взято ея 500 к. с., которые содержатъ K миллиграммовъ щелочей: 200 к. с., взятые изъ 250 послѣ перваго разведенія, будутъ содержать щелочей уже не K, а $^4/_5$ K ($200 : 250 = X : K$). Эти 200 к. с. съ $^4/_5$ K щелочей опять разводятся до 250, изъ которыхъ берется только 200 к. с.; эти послѣдніе 200 к. с. будутъ содержать уже $\frac{4 \times 4\,K}{5 \times 5}$ $\left(200 : 250 = X : \frac{4.\ K}{5}\right)$ или $^{16}/_{25}$ K щелочей, каковое количество (m). и получится въ результатѣ анализа Если K mlgm. щелочей содержатся въ 500 к. с. изслѣдуемой воды, то $^{16}/_{25}$ K будутъ содержаться въ $\frac{16 \times 500}{25}$ к. с. этой воды, а въ литрѣ ея?—$1000 : \frac{16 \times 500}{25} = X : m$, откуда $X = \frac{m \times 1000 \times 25}{16 \times 500}$ или $\frac{m \times 25 \times 10}{16 \times 5}$ или n.

личество хлористаго калія. Расчетъ на литръ производился по той же формулѣ.

Такихъ анализовъ произведено было всего четыре: два неочищенныхъ водъ и два тѣхъ же водъ, очищенныхъ 1 грм. квасцевъ и 0,5—0,6 грм. Для провѣрки анализа, съ цѣлію опредѣлить, на сколько точны полученные результаты анализовъ, мною продѣланъ былъ такой же анализъ раствора хлористыхъ щелочей калія и натрія, по 40 mlgm въ 200 к. с. дестиллированной воды, что составитъ на литръ 400 mlgm хлористыхъ щелочей и 200 mlgm хлористаго калія.

Анализъ велся съ тѣми же до мельчайшихъ подробностей пріемами, какъ и анализы порцій изслѣдуемыхъ водъ.

Вотъ результаты этого провѣрочнаго анализа:

Вѣсъ тигля съ остаткомъ послѣ выпариванія съ соляной кислотой, прокаливанія и охлажденія подъ эксикаторомъ	30, 753 грм.
Вѣсъ пустаго тигля	30, 700 »

Общее количество хлор. щелоч. 53 mlgm.

На литръ $\frac{53 \times 25 \times 10}{2 \times 16}$ = 414 mlgm хлористыхъ щелочей.

Опредѣленіе хлористаго калія:

Вѣсъ прибора изъ часовыхъ стеколъ и фильтры съ хлоръ платинатомъ калія	52, 940 грм.
Вѣсъ прибора съ пустой фильтрой	52, 858 »

Хлоръ платинатъ калія 82 mlgm.

Хлористаго калія—$82 \times 0{,}305 = 25{,}01$ mlgm, а на литръ его $\frac{25{,}01 \times 25 \times 10}{2 \times 16.} = 195{,}4$ mlgm.

Хлористаго натра въ литрѣ—414—195,4=218,6 mlgm.

Погрѣшность при анализѣ выразится, такимъ образомъ, излишкомъ 14 mlgm на литръ общаго количества хлористыхъ щелочей и недостаткомъ 4,6 mlgm хлористаго калія. Первый можетъ быть отнесенъ на счетъ не вполнѣ осажденнаго углекислымъ аммоніемъ барія. Второй объясняется, вѣроятно, потерей части осадка хлоръ—платината калія при переводѣ его изъ чашки на фильтру. Условія для такой потери вообще су-

ществуютъ, вслѣдствіе трудной смываемости хлоръ-платината калія, зависящей отъ высокаго удѣльнаго вѣса его въ такой легкой жидкости, какъ эфиризованный спиртъ.

Для опредѣленія въ водѣ количества жизнеспособныхъ микроорганизмовъ и ихъ зародышей дѣлались посѣвы воды въ мясопептонной желятинѣ на стеклянныхъ пластинкахъ, по Коху. Для посѣвовъ бралось воды неочищеной 0,1 к. с., а очищенной, въ виду меньшаго содержанія въ ней микробовъ, 0,2 и 0,3 к. с.

Колоніи сосчитывались одновременно черезъ 2—3 сутокъ.

Пробирки передъ наливаніемъ въ нихъ желатины стерилизовались при t° въ 140—160° въ продолженіе 2—3 часовъ.

Желатина разливалась горячею, послѣ $^1/_2$—1-часоваго кипяченія въ горячіе же пробирки и затѣмъ стерилизовалось еще текучимъ паромъ въ Коховскомъ аппаратѣ часа 3.

Квасцы, какъ извѣстно есть двойная сѣрнокислая соль калія и аллюминія, формулы—$(SO^4)_2$ AlKa+$12H_2O$. Калійные чистые квасцы представляются въ видѣ безцвѣтныхъ, прозрачныхъ октаэдровъ, а истолченные въ видѣ бѣлаго сыпучаго порошка, весьма легко растворимаго въ водѣ.

Химическій процессъ, лежащій въ основаніи очищающаго воду дѣйствія солей глинозема, состоитъ въ томъ, что соли эти, какъ соединенія весьма не стойкія, легко разлагаются въ присутствіи щелочей и щелочныхъ земель воды, причемъ образуется сѣрнокислый калій и сѣрнокислыя соли щелочныхъ земель, а освобождающійся въ видѣ волюминозныхъ хлопьевъ, нерастворимый осадокъ гидрата глинозема $Al(HO)_3$, опадая на дно, увлекаетъ съ собою и всѣ взвѣшенныя вещества воды, органическія и неорганическія, дѣлая ее вслѣдствіе того ясною и прозрачною. Такимъ образомъ, главное дѣйствіе квасцевъ, по-видимому, чисто механическое. Однако, какъ будетъ видно ниже, несомнѣнно кромѣ того, хотя и болѣе слабое, дѣйствіе ихъ и на растворенныя органическія вещества.

Квасцы получались мною отъ Штоль и Шмидта подъ названіемъ *химически чистые*, въ кристаллическомъ видѣ; пре-

вращались въ порошокъ и уже въ такомъ видѣ употреблялись для очищенія *).

Единственное болѣе подробное изслѣдованіе относительно очищающаго дѣйствія квасцевъ въ химическомъ и бактеріоскопическомъ отношеніи произведено было, какъ уже сказано, д-ромъ Хульвой, почему и позволю себѣ подробно изложить его прежде чѣмъ перейду къ своимъ опытамъ.

Въ своей работѣ, касающейся водоснабженія и канализаціи г. Бреславля **), онъ настоятельно указываетъ на очищающее воду дѣйствіе квасцевъ, оказавшееся, въ его опытахъ, лучшимъ, нежели фильтрація черезъ центральный водопроводный фильтръ. Квасцы брались имъ, смотря по интенсивности мути, въ количествѣ 1 ч. на 10,000—100,000 частей воды и хлопьевидный осадокъ заключалъ въ себѣ всѣ взвѣшанныя частички воды и бо̀льшую часть микроорганизмовъ. Очищенная вода получалась прозрачною, какъ хрусталь.

Слѣдующая таблица представляетъ сравнительную картину качествъ: неочищенной одерской воды, той же воды, прошедшей черезъ фильтръ и той же очищенной квасцами.

На 100,000 ч. ч.:	Неочищенная Одерск. вода мутна, желтовата, съ желтозеленоватымъ осадкомъ; слабо-щелочной реакціи.	Фильтрованная. Сильно опалесцируетъ, безцвѣтна, съ оч. небольшимъ осадкомъ слабо-щелочной реакціи.	Очищенная квасцами 0,1 ‰ прозрачна, безцвѣтна, нейтральной реакціи.
Твердый остатокъ	26,5	13,2	18,5
Потеря послѣ прокаливанія	7,0	2,4	3,5
Окисляемость	0,88	0,536	0,325
Легко окисл. орган. вещества	17,38	10,586	6,320
Амміакъ и альбум.-амміакъ	0,075	0,022	0,015
Азотная кислота	0,100	0,100	0,100
Азотистая кислота	0,003	0,003	0,002
Хлоръ	0,710	0,710	0,71
Жесткость	4°	4°	4°

*) Квасцы необходимо брать въ аптекарскихъ магазинахъ подъ названіемъ «химически чистые», такъ какъ аптечные, такъ называемые очищенные квасцы,—alumen depuratum, содержатъ иногда значительныя количества амміака. Въ двухъ пробахъ воды съ 1,5 грм. на литръ такихъ очищенныхъ квасцевъ, взятыхъ въ разныхъ аптекахъ и въ разное время, оказались такія количества амміака, что по цвѣтовому способу приборомъ Генера нельзя было опредѣлить его ни при какомъ разведеніи.

**) Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasser—Versorgung der Stadt Breslau v. D-r. F. Hulwa (Ergänzungsheffe zum Centralblatt f. allg. Gesundheitspfiege I B.). Стр. 123 и слѣд.

Изъ этой таблицы видно, что очищающее дѣйствіе квасцевъ отразилось наиболѣе на содержаніи твердаго остатка, амміака и органическихъ веществъ, и 2) что вода квасцами очищалась лучше, нежели фильтраціей. Содержаніе органическихъ веществъ въ водѣ, по очищеніи квасцами, понизилось на 63%, а послѣ фильтраціи только на 39%.

Относительно вліянія квасцевъ на содержаніе микроорганизмовъ въ водѣ цифровыхъ данныхъ Хульва не приводитъ, ибо имъ производилось только микроскопическое изслѣдованіе воды; посѣвовъ же изъ нея онъ не дѣлалъ. Тѣмъ не менѣе онъ констатируетъ фактъ уменьшенія количества микроорганизмовъ въ очищенной квасцами водѣ.

Вотъ результаты его микроскопическаго изслѣдованія:

Вода изъ р. Одера:	Фильтрованная:	Очищен. квасцами:
Преимуществен. неорганическія вещества; изъ организмовъ: зеленыя, одноклѣтчатыя и нитчатыя водоросли (Scenedesmus, Glococapsa, Cladophora), діатомеи и десмидіи (Navicula, Pinularis, Closterium, Cosmarium), немного плѣсневыхъ грибковъ, много шарообразныхъ бактерій и изрѣдка палочкообразныя.	Опалесценція зависитъ главнымъ образомъ отъ въ высшей степени тонкихъ, мельчайшихъ, глинистыхъ частичекъ. Далѣе здѣсь найдены организмы: діатомеи, десмидіи, инфузоріи, амебы, монады, значительное количество шарообразныхъ бактерій, изрѣдка палочкообразныя и не много грибк. споръ.	Организмы большею частію заключены въ осадкѣ глинозема. Въ фильтратѣ оказались только отдѣльные монады, микроккоки и очень рѣдко палочкообразныя бактеріи; послѣднія частію неподвижны.

На основаніи своихъ изслѣдованій д-ръ Хульва признаетъ квасцы на столько хорошимъ очищающимъ воду средствомъ, что рекомендуетъ ихъ для очищенія водопроводной одерской воды передъ пропусканіемъ ея черезъ центральный фильтръ. Комбинацію эту онъ предлагаетъ устроить, хотя бы такимъ образомъ, чтобы, при вхожденіи воды черезъ трубу въ бассейнъ къ ней непрерывно и равномѣрно приливалось бы изъ помѣщеннаго вверху резервуара опредѣленное количество раствора квасцевъ. Этимъ достигалось бы, по его мнѣнію, почти совершенное очищеніе воды и меньшее засореніе фильтра.

Я началъ опыты свои съ малыхъ дозъ квасцевъ въ виду указаній, существующихъ въ литературѣ относительно этого

вопроса. Такъ, Хульва *) бралъ 1 часть на 10000—100000 частей воды, т. е. 10—100 mlgm. на литръ, Парксъ **) для своихъ опытовъ 97—129 mlgm. По Новаку ***) нужно брать 0,3—0,4 грм., а по Д'Арсе ****) $^1/_4$—$^1/_2$ грм. на литръ.

Я остановился сначала на дозахъ въ 0,3 и 0,1 грм. квасцевъ на литръ. Вода для опыта взята изъ пруда Таврическаго сада. На видъ совершенно мутная, отвратительнаго вкуса, съ рѣзкимъ запахомъ гнили и ила. Полное просвѣтлѣніе порціи, очищенной 0,3 грм., получилось черезъ 22 часа, второй же въ 0,1 грм. черезъ $1^1/_2$ сутокъ, да и то еще замѣтна была опалесценція, зависящая отъ мельчайшихъ взвѣшенныхъ частичекъ глинозема. По очищеніи запахъ гнили въ водѣ много слабѣе, вкусъ улучшился; и то и другое больше выражено въ водѣ съ 0,3 грм. квасцевъ. Въ чаѣ, заваренномъ той и другой водой, ни вкуса, ни запаха неочищенный воды почти не ощущалось.

Результаты анализовъ этихъ водъ приведены въ слѣдующей таблицѣ *А*. Изъ нея видно, что очищающее дѣйствіе

Таблица А.

Въ миллиграммахъ на литръ.	Вода неочищенная.	Очищенная квасцами. 0,3 грм. на литръ.	Очищенная квасцами. 0,1 грм. на литръ.	Уменьшеніе примѣсей воды въ %. При очищеніи 0,3 грм.	Уменьшеніе примѣсей воды въ %. При очищеніи 0,1 гр.
Твердый остатокъ	310	325	275	4,8	11,3
Окисляемость въ mlgm O...	15,6	6,8	10,4	56,4	33,3
Органич. вещества, опред. хамелеон.....	312	136	208	56,4	33,3
Амміакъ.....	0,61	0,490	0,520	19,7	14,8
Хлоръ	14	12	14	14,3	0
Азотная кислота (N_2O_5)....	2,284	2,050	2,284	10,1	0
Сѣрная кислота (SO_3)	Слѣды.	78,3	28,8	—	—
Известь (CaO)	67,3	51,2	62,3	23,9	7,4
Магнезія (MgO)	44,8	44,8	44,78	0	0,1
Жесткость въ нѣм. град....	13	11,3	12,5	13,1	3,8

Количество микроорганизмовъ въ 1 к. с.

Черезъ сутки по очищеніи.	Въ неочищ. водѣ.	325	715
Черезъ 2-е сутокъ		560	1315
Черезъ 3 »		1300	4230
Черезъ 4 »	8640	2850	—
Черезъ 5 »	въ 1 к. с.	4040	9820

*) l. cit. стр. 123.

**) Roth und Lex Militärhygiene. B. I, стр. 101.

***) Lehrbuch der Hygiene. 1883, стр. 72.

****) Эрисманъ. Гигіена. 1870, стр. 490.

квасцевъ проявляется, главнымъ образомъ, на органическихъ веществахъ воды, которыя уменьшаются значительно, именно: при очищеніи 0,3 грм. больше чѣмъ на половину, а при очищеніи 0,1 грм. ровно на $^1/_3$.

Твердый остатокъ уменьшается и то незначительно только при очищеніи 0,1 грм.; при 0,3 же онъ увеличивается, что, находится въ зависимости отъ того, что количество вносимыхъ квасцами веществъ превышаетъ количествоудаленныхъ ими изъ воды взвѣшенныхъ и растворенныхъ примѣсей ея. Количества амміака, хлора и азотной кислоты мало или совсѣмъ не уменьшаются. Наиболѣе изъ нихъ уменьшается амміакъ, а наименѣе азотная кислота, содержаніе которой, равно какъ и хлора, при дозѣ 0,1 грм. остается безъ измѣненій. Послѣднее обстоятельство, впрочемъ, и не представляетъ особенной важности, въ виду того, что присутствіе этихъ веществъ въ водѣ имѣетъ санитарное значеніе только потому, что онѣ указываютъ на характеръ и интенсивность процессовъ разложенія органическихъ веществъ, происходящихъ въ водѣ. Сами же по себѣ въ тѣхъ количествахъ, въ какихъ встрѣчаются обыкновенно даже въ значительно загрязненныхъ водахъ, онѣ могутъ считаться индеферентными для организма. Количество щелочныхъ земель и жесткость тоже, какъ видно, уменьшаются незначительно отъ этихъ дозъ квасцевъ. Количество сѣрной кислоты, какъ и нужно было ожидать, увеличивается. Оцѣнка этого обстоятельства съ санитарной точки зрѣнія будетъ приведена ниже. Наконецъ, какъ показываетъ таблица А, очищающее дѣйствіе дозы въ 0,1 грм. квасцевъ много ниже дѣйствія 0,3 грм., особенно относительно органическихъ веществъ.

Здѣсь слѣдовало бы, согласно принятому плану, привести сравненіе результатовъ очистки воды этими дозами квасцевъ съ таковыми же, даваемыми фильтраціей, но въ виду того, что, какъ будетъ видно, степени химическаго очищенія воды разными дозами квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема мало разнятся между собою, какъ въ качественномъ, такъ и въ количественномъ отношеніи, это сравненіе будетъ приведено ниже, при общей оцѣнкѣ очищенія воды разсматриваемыми соединеніями глинозема.

Что касается бактеріоскопической стороны, то въ этомъ отношеніи очищающее дѣйствіе малыхъ дозъ квасцевъ, какъ видно изъ таблицы, далеко не совершенно. Въ водѣ, очищенной 0,3 грм. на литръ, изъ 8640 черезъ сутки оказалось 325 микроорганизмовъ въ 1 к. с., т. е. ихъ остается 37 изъ 1000. Если припомнимъ данныя Вольфгюгеля и Plagge und Proskauer'а относительно фильтраціи черезъ центральные Берлинскіе фильтры, то увидимъ, что очищающее дѣйствіе дозы 0,3 грм. квасцевъ въ общемъ значительно уступаетъ лучшему фильтру (Stralauerverk), но значительно превышаетъ степень очищенія отъ микробовъ другого фильтра (Tegelerwerk). Первый пропускаетъ среднимъ числомъ 7 и 12 изъ 1000, второй 119 и 38 изъ 1000.

Доза въ 0,1 грм. квасцевъ, какъ видно, очищаетъ воду отъ микроорганизмовъ еще менѣе. Изъ 8640 микроорганизмовъ въ к. с. очищенная вода содержала ихъ черезъ сутки 715, т. е. изъ 1000 ихъ остается 81, но уже на слѣдующій день количество ихъ удваивается. Между тѣмъ черезъ сутки вода, очищенная 0,1 грм., еще не можетъ быть употребляема для питья, такъ какъ она освобождается отъ хлопьевъ осадка не раньше $1^1/_2$ сутокъ, почему и мѣркой для степени очистки воды въ бактеріоскопическомъ отношеніи нужно принимать число микроорганизмовъ въ водѣ черезъ 2 сутокъ, 1315 въ к. с., что составитъ уже 152 на 1000, а такая степень очищенія конечно весьма далека отъ желаемаго совершенства. Наконецъ, необходимо указать и на то, что въ водѣ, очищенной дозами въ 0,1 и 0,3 грм. квасцевъ, размноженіе микроорганизмовъ идетъ прогрессивно и довольно быстро.

Въ виду такого несовершеннаго и притомъ кратковременнаго только очищенія воды отъ микроорганизмовъ малыми дозами квасцевъ, а также, въ виду сравнительно долгаго срока, какой нуженъ для полнаго просвѣтленія воды, я перешелъ къ опытамъ очищенія воды бо̀льшими дозами, а именно: 0,5 грм., 1 грм. и 1,5 грм. на литръ.

Въ этомъ направленіи мною произведены были анализы 2-хъ серій водъ: неочищенной и порцій той же воды, очищенныхъ сказанными дозами. Пробы были взяты:—одна изъ

Лиговскаго канала, другая—изъ пруда Таврическаго сада. Вода обѣихъ пробъ обладала тѣми же физическими свойствами, какъ и предшедствовавшая проба: такая же мутная, такого же отвратительнаго вкуса и съ тѣмъ же рѣзкимъ запахомъ гнили. По очищеніи квасцами и полномъ опаденіи осадка, вода дѣлалась совершенно прозрачною, безцвѣтною, запахъ гнили исчезалъ совершенно и появлялся только при подогрѣваніи, да и то въ слабой степени; дурной вкусъ воды, хотя вполнѣ и не изчезалъ, но значительно уменьшался.

Въ порціяхъ водъ, очищенныхъ 1,5 грм. квасцевъ, вода кромѣ того принимала весьма замѣтный вяжущій вкусъ. Полное просвѣтлѣніе воды получалось въ порціяхъ, очищенныхъ 0,5 грм., часовъ черезъ 16—17; въ порціяхъ съ 1 грм. черезъ 13—14, а въ порціяхъ съ 1,5 грм. черезъ 9—10 часовъ по прибавленіи квасцевъ. Результаты анализовъ этихъ водъ приведены въ слѣдующей таблицѣ В.

Сличая эту таблицу съ таблицей А, мы замѣчаемъ, что въ бактеріоскопическомъ отношеніи отъ большихъ дозъ вода очищается значительно полнѣе. Мы видимъ, что очищеніе начинается уже въ первые часы по прибавленіи квасцевъ: уже черезъ 3—4 часа, при 0,5 грм. квасцевъ, микроорганизмовъ остается только $^1/_9$, а при прибавленіи 1 грм. $^1/_{13}$ часть микробовъ неочищенной воды, т. е. въ первомъ случаѣ 114, а въ во второмъ 75 изъ 1,000; черезъ 17 часовъ по очищеніи въ водѣ съ 0,5 грм. квасцевъ количество ихъ уменьшалось уже въ 80 разъ, т. е. ихъ остается только 12—13 изъ 1,000; черезъ сутки, когда очищенная вода годна уже къ употребленію, она содержитъ меньше $^1/_{200}$ части микроорганизмовъ неочищенной воды, т. е. удерживаетъ только около 4 изъ 1,000.

Наибольшее же очищеніе отъ микробовъ получается только черезъ 2 сутокъ, когда вода почти вполнѣ освобождается отъ нихъ и остается свободною въ теченіе 5 дней. Такимъ образомъ очищеніе воды въ бактеріоскопическомъ отношеніи дозами въ 0,5—1 грм. квасцевъ получается даже бо́льшее, чѣмъ лучшимъ изъ песочныхъ фильтровъ.

Наиболѣе скорое и совершенное очищеніе воды отъ ми-

Таблица В.

Въ миллиграмм. на литръ.	Серіи водъ.	Неочищенныя.	Очищенныя. 0,5 гр.	Очищенныя. 1 гр.	Очищенныя. 1,5 гр.	Уменшеніе примѣсей воды въ %. При очищеніи 0,5 гр.	1 гр.	1,5 гр.	Среднее изъ двухъ уменьшеніе примѣсей въ %. 0,5 гр.	1 гр.	1,5 гр.
			квасцевъ на литръ.			квасцевъ на литръ.			квасцевъ на литръ.		
						У	в е	л и	ч е	н і е	въ %
Твердый остатокъ.....	№ 1	390	435	610	1020	11,5	56,4	161,5	12,7	56,6	166,1
	№ 2	360	410	565	975	13,9	56,9	170,8			
Окисляемость въ mlgm. O...	№ 1	16,12	8,16	7,36	8,4	49,4	54,3	47,9	51,2	53,7	50,8
	№ 2	14,08	6,6	6,6	6,52	53,1	53,1	53,7			
Органическія вещества, опредѣл. хамелеономъ ..	№ 1	322,4	163,2	147,2	168	49,4	54,3	47,9	51,2	53,7	50,8
	№ 2	281,6	132	132	130,4	53,1	53,1	53,7			
Амміакъ....	№ 1	1,714	1,226	1,197	1.058	28,5	30,2	38,9	28,1	30,15	37,7
	№ 2	0,769	0,556	0,538	0,488	27,7	30,1	36,5			
Хлоръ.....	№ 1	28	28	26	26	0	7,1	7,1	0	3,55	3,55
	№ 2	16	16	16	16	0	0	0			
Азотная кислота (N_2O_5).	№ 1	1,84	1,54	1,54	1,54	16,3	16,3	16,3	13	13	18,15
	№ 2	2,28	2,06	2,06	1,82	9,7	9,7	20			
Сѣрная кислота (SO_3).....	№ 1	6,42	129,4	250,5	292	—	—	—	—	—	—
	№ 2	Оч. занѣт: слѣды.	130,6	243,6	290	—	—	—			
Известь (CaO)	№ 1	46,7	36,5	34,3	30,6	21,9	26,6	34,5	21,2	28,75	33,1
	№ 2	50,96	40,5	35,2	34,8	20,5	30,9	31,7			
Магнезія (MgO)	№ 1	43,78	43,2	42,64	42,43	1,3	2,6	3,1	1,75	4,05	2,85
	№ 2	49,3	48,2	46,57	48	2,2	5,5	2,6			
Жесткость въ нѣм. град....	№ 1	10,8	9,7	9,4	9	10,2	13	16,7	10,1	14,85	15,85
	№ 2	12	10,8	10	10,2	10	16,7	15			

Количество микроорганизмовъ въ 1 к. с.

		Въ очищенной 0,5 грм.	1 грм.	1,5 грм.
		на литръ.		
Черезъ 3—4 часа по очищеніи.	Въ неочищенной водѣ,	975	645	180
Черезъ 16—17 часовъ		105	110	20
Черезъ сутки.		40	10	0
Черезъ 2 сутокъ.		10	30	5
Черезъ 3 »		20	20	10
Черезъ 4 »	8560	20	10	5
Черезъ 5 »	—	60	20	40

*

кроорганизмовъ получается, какъ видно изъ таблицы, отъ дозъ въ 1,5 грм. на литръ, но дозы эти должны быть оставлены уже потому только, что измѣняютъ вкусъ воды.

Далѣе, изъ той же таблицы мы видимъ, что квасцы, очищая воду отъ микроорганизмовъ, дѣлаютъ ее кромѣ того средою, негодною для развитія ихъ. Извѣстно, что во всякой откуда бы то ни было взятой порціи воды, въ первые дни послѣ взятія и при условіи покоя воды, микробы размножаются съ чрезвычайной быстротой. По изслѣдованіямъ д-ра Леона *), въ водѣ, содержавшей тотчасъ послѣ взятія пробы 5 микроорганизмовъ въ 1 к. с. воды, черезъ сутки ихъ было уже 100, черезъ 3 сутокъ 67,000, а черезъ 5 дней 500,000 въ к. с. М. Больтонъ **) также констатируетъ фактъ прогрессивнаго увеличенія числа микроорганизмовъ до 6-го и даже до 10-го дня; далѣе же количество ихъ въ водѣ постепенно уменьшается. Онъ нашелъ, кромѣ того, что увеличеніе ихъ начинается уже въ первые часы стоянія воды: уже черезъ 3 часа число микробовъ съ 800 въ 1 к. с. увеличилось до 2,100, съ 880 до 1,800, а черезъ 6 часовъ съ 5,400 до 10,000 и 11,800. Такое же быстрое размноженіе, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыхъ видовъ микробовъ (micrococcus aquatilis и bacillus erythrosporus) найдено имъ даже въ дестиллированной водѣ: въ такой водѣ, только-что засѣянной microc. aquatilis, было отъ 4,400 до 24,200 колоній въ 1 к. с., а черезъ 3 дня число ихъ увеличилось до невозможности сосчитать. То же увеличеніе числа микроорганизмовъ при покоѣ воды найдено и Гереусомъ***). Между тѣмъ, въ порціяхъ, очищенныхъ разсматриваемыми дозами квасцевъ, вода остается почти свободною отъ микроорганизмовъ въ теченіе 4-хъ дней и только на 5-й замѣчается ничтожное увеличеніе числа ихъ.

Что касается очищенія отъ химическихъ примѣсей воды, то оно представляется въ общемъ не вполнѣ удовлетворительнымъ. Особенно бросаются въ глаза значительныя количества сѣрной кислоты, оставляемой квасцами въ водѣ: при употреб-

*) Archiv für Hygiene 1886. IV стр. 171.

**) Zeitschrift für Hygiene, 1886. B. I, стр. 90, 91 и 98.

****) Ibidem, стр. 207—208.

леніи дозы только въ 0,5 грм. ихъ, сѣрной кислоты вносится въ воду отъ 123 до 130 mlgm. на литръ; при очищеніи же 1 грм. количество SO_3 доходитъ до предѣловъ, дѣлающихъ пригодность воды для питья весьма сомнительною.

Затѣмъ, особенно замѣтно увеличеніе плотнаго остатка, хотя увеличеніе это не выходитъ изъ границъ, допускаемыхъ въ хорошей водѣ для питья, по крайней мѣрѣ, при очищеніи 0,5 грм. квасцевъ. Зато органическія примѣси воды и нѣкоторыя неорганическія уменьшаются, повидимому, въ нѣсколько бо́льшей степени при очищеніи этими дозами квасцевъ, чѣмъ при очищеніи 0,3 грм. Количество органическихъ веществъ понижается больше на 3—5%. Изъ неорганическихъ веществъ превосходство этихъ дозъ замѣчается больше всего на амміакѣ, котораго удаляется изъ воды на 9—11% больше, чѣмъ при очищеніи 0,3 грм. квасцевъ. Относительно остальныхъ неорганическихъ веществъ замѣтной разницы нѣтъ. Наконецъ, изъ этой таблицы видно, что разница въ степеняхъ очищенія воды разными дозами квасцевъ отъ 0,5 до 1,5 въ общемъ весьма незначительная.

Уже a priori, въ виду извѣстной легкой растворимости въ водѣ солей калія, можно было ожидать, что весь калій квасцевъ, вносимыхъ въ воду, остается въ ней въ растворѣ, что подтвердилось и произведенными анализами. Всего сдѣлано два параллельныхъ количественныхъ опредѣленія калія въ водахъ неочищенныхъ и тѣхъ же очищенныхъ: одна—1-мъ грм., а другая—около 0,5 грм. квасцевъ на литръ. Производство анализовъ этихъ и провѣрочнаго анализа изложено было выше.

Результаты анализовъ приведены въ слѣдующей таблицѣ.

	Проба I.		Проба II.	
	Вода неочищенная.	Очищенная 1 грм. квасцевъ на литръ.	Вода неочищенная.	Очищенная въ кадкѣ по приблизительному расчету 0,5—06 грм. на литръ.
Общее количество щелочей (хлористыхъ).....	143,75	290,6	162,5	246,9
Хлористаго натра.....	94,19	89,5	103,41	103
Хлористаго калія.....	49,56	201,1	59,09	143,9
Окиси калія (Ka_2O)	31,27	126,89	37,28	90,8
Металлическаго калія.....	25,97	105,40	30,97	75,42

Какъ видно изъ нея, количество калія, оставляемаго квасцами въ водѣ, довольно значительно. Въ первой пробѣ, очищенной 1 грм. квасцевъ, металлическаго калія прибавилось 79,43 mlgm. на литръ воды, а въ одномъ граммѣ квасцевъ его содержится 82,28 mlgm. (по пропорціи 474, (частичный вѣсъ квасцевъ) : 39 = 1,000 : X). Во второй пробѣ очищенной приблизительно 0,5—0,6 грм. квасцевъ, металлическаго калія прибавилось на литръ воды 44,45 mlgm.; квасцы, употребленные на очищеніе одного литра, могли оставить отъ 41,15 до 49,40 mlgm. калія. Такимъ образомъ можно принять, что весь калій квасцевъ остается растворенным въ водѣ. Небольшія разницы между полученными цифрами калія и дѣйствительнымъ содержаніемъ его въ водѣ соотвѣтственно взятымъ количествамъ квасцевъ должны быть отнесены на счетъ погрѣшностей при производствѣ анализовъ. Если принять въ расчетъ, что человѣкъ употребляетъ для питья воды въ сутки до 3-хъ и даже до 4-хъ литровъ, то окажется, что съ водой, очищенной 1 грм. квасцевъ, онъ принималъ бы въ сутки лишнихъ 247—329 mlgm. металлическаго калія, сверхъ количества его, содержащагося во взятой для очищенія водѣ. А общая сумма его, въ виду ослабляющаго дѣйствія калійныхъ солей на сердце и мускулатуру, можетъ оказать, вредное вліяніе на организмъ, особенно, при очень продолжительномъ употребленіи такой воды.

Извѣстно, что квасцы въ очень мягкой водѣ не разлагаются и не даютъ осадка, обязаннаго своимъ образованіемъ именно присутствію щелочныхъ земель и частію щелочей, а остаются въ растворѣ и очищенія воды, слѣд., не получается. Почему важно опредѣлить, при какихъ градусахъ жесткости вода наиболѣе пригодна для очищенія квасцами. Для этой цѣли я взялъ семь одинаковыхъ порцій невской воды (по $^1/_2$ литру) прибавилъ къ нимъ разныя количества ѣдкой извести: 26, 52, 79, 105, 118 и 132 mlgm. на литръ *), чѣмъ жесткость воды была искусственно повышена на 2, 4 и до 10 нѣмецкихъ гра-

*) Вмѣсто 20, 40, 60, 80, 90 и 100 mlgm. окиси кальція (по пропорціи 74 : 56 = X : 20, 40, 60....)

дусовъ. Седьмая же порція оставлена безъ прибавленія извести. По очищеніи всѣхъ порцій одинаковой дозой квасцевъ въ 0,3 грм. оказалось, что осадка получилось больше, и онъ скорѣе опалъ на дно въ порціяхъ съ тремя послѣдними количествами извести на литръ; полное очищеніе ихъ получилось черезъ 22—24 часа, а остальныхъ порцій черезъ 27—48 часовъ. Въ невской же водѣ, безъ прибавленія извести, осадокъ, весьма слабый и легкій, держался больше двухъ сутокъ во взвѣшенномъ состояніи въ водѣ. Отсюда вытекаетъ, повидимому, что наиболѣе удобна для скораго дѣйствія квасцевъ въ дозѣ 0,3 грм. жесткость въ 10 и больше градусовъ, принимая жесткость невской воды = 2 нѣмецкимъ градусамъ.

Въ заключеніе приведу краткое резюме всего сказаннаго относительно очищенія воды квасцами. Квасцы очищаютъ воду какъ отъ органическихъ и неорганическихъ примѣсей воды, такъ и отъ обитающихъ въ ней микроорганизмовъ. Наибольшее, а въ бактеріоскопическомъ отношеніи почти полное, очищеніе получается отъ большихъ дозъ, начиная съ 0,5 грм. на литръ. Дозы въ 1 и 1,5 грм. должны быть признаны безусловно негодными для практическаго примѣненія, потому что вносятъ въ воду сѣрную кислоту и калій въ количествахъ, могущихъ отозваться вредно на организмѣ, а вторая и потому, что портитъ вкусъ воды. Наконецъ, онѣ и прямо излишни, ибо та же степень очищенія получается и отъ 0,5 грм. на литръ. Доза въ 0,1 грм. тоже мало пригодна, такъ какъ очищеніе, даваемое ею, какъ въ химическомъ, такъ и въ бактеріоскопическомъ отношеніи не удовлетворительно. Наиболѣе выгодна для практическаго примѣненія доза въ 0,3 грм., ибо вноситъ небольшое количество сѣрной кислоты и калія и удовлетворительно очищаетъ воду, какъ отъ микроорганизмовъ, такъ и отъ химическихъ примѣсей.

Если же потребовалось бы очищеніе воды главнымъ образомъ въ бактеріоскопическомъ отношеніи, то такому требованію наиболѣе удовлетворяетъ доза въ 0,5 грм. на литръ. Наиболѣе удобна для очищенія квасцами (0,3 грм.) вода съ жестокостію въ 8—10 и больше нѣм. град., но и болѣе мяг-

кія воды тоже могутъ очищаться ими. Наконецъ квасцы должны быть употребляемы «химически чистые», ибо аптечные «очищенные» содержатъ часто много NH_3.

Перехожу теперь къ очищенію воды сѣрнокислымъ глиноземомъ. — Химическая формула его $Al_2(SO_4)_3 + 18\ H_2O$. Для своихъ опытовъ я получалъ этотъ препаратъ тоже отъ Штоль и Шмидта, подъ названіемъ «химически чистый сѣрнокислый глиноземъ». Онъ представляется въ видѣ перламутроваго цвѣта мягкихъ и мелкихъ кристалловъ, хорошо растворимъ въ водѣ, очень кислой реакціи. Эта соль, какъ и сѣрнокаліевая соль глинозема, въ присутствіи щелочей и щелочныхъ земель разлагается, выдѣляя студенистый осадокъ гидрата глинозема $Al(HO)_3$. Но, представляя химическое соединеніе болѣе прочное, чѣмъ квасцы, онъ требуетъ для своего разложенія присутствія бо́льшаго количества щелочныхъ земель въ водѣ, такъ что въ тѣхъ водахъ, съ какими мнѣ приходилось имѣть дѣло и въ какихъ квасцы легко выдѣляютъ нужный гидратъ глинозема, онъ не разлагается и не даетъ осадка, почему и требовалось прибавлять извести къ водѣ.

Количество извести, нужное для прибавленія къ водѣ, я опредѣлялъ по найденному путемъ вычисленія содержанію SO_3 во взятой для очищенія дозѣ сѣрнокислаго глинозема, зная, что для образованія сѣрнокислаго кальція на 80 частей SO_3 требуется 56 частей окиси кальція или эквивалентныя имъ 100 частей углекислаго кальція. Напримѣръ: въ 0,3 грм. сѣрнокислаго глиноземи содержится 0,108 грм. SO_3 *); слѣдовательно, количество окиси кальція или углекислаго кальція опредѣлится изъ пропорціи $108 : 80 = X : 56$ или 100, откуда выходитъ—на 0,3 грм. сѣрнокислаго глинозема нужно 75,6 mlgrm. окиси кальція или 135 mlgm. углекислаго кальція, а такъ какъ употреблялась ѣдкая известь (гидратъ кальція $Ca(HO)_2$), то вмѣсто, напримѣръ, 75,6 на 0,3 грм. сѣрнокислаго глинозема требовалось бы 100 mlgrm. ѣдкой извести

---

*) По пропорціи: 666 (вѣсъ част. глинозема) : 240 (SO_3 въ 1 частицѣ с. глинозема) = 0,3 : X; X=0,108.

(точно 99,9) *). Но обыкновенно ѣдкой извести бралось нѣсколько меньше, чѣмъ требовалось по приведенному расчету, въ виду того, что нѣкоторое количество известковыхъ солей содержалось уже и въ неочищенной водѣ. Такъ, вмѣсто требуемыхъ по расчету на 0,5 грм. сѣрнокислаго глинозема 166-ти mlgm. ѣдкой извести, бралось ея только 125 mlgrm.; вмѣсто 233 на 0,7 грм. сѣрнокислаго глинозема—180—190, вмѣсто 249,7 на 0,75 сѣрнокислаго глинозема—около 200 mlgrm. Сначала, по примѣру Паркса **), я бралъ углекислую известь, но впослѣдствіи въ виду того, что, при недостаточномъ иногда содержаніи углекислоты въ водѣ, она частію опадаетъ на дно нерастворимою, я сталъ брать сравнительно болѣе растворимую въ водѣ ѣдкую известь***). Что касается сѣрнокислаго глинозема, то, слѣдуя тому же примѣру Паркса****), который свои опыты съ этимъ препаратомъ производилъ съ 0,103—0,309 грм. его, я взялъ сначала дозы въ 0,12 и 0,3 грм. и уже потомъ, въ виду неполнаго совершенства полученныхъ результатовъ, перешелъ къ бо̀льшимъ дозамъ, именно: 0,5, 0,7 и 0,75 грм. на литръ. Для очищенія сначала всыпа̀лось опредѣленное количество извести, вода взбалтывалась и затѣмъ уже прибавлялась доза сѣрнокислаго глинозема.

Физическія свойства воды подъ вліяніемъ сѣрнокислаго глинозема улучшались значительно. Вода съ рѣзкимъ запахомъ и противнымъ вкусомъ, мутная на столько, что черезъ слой ея въ 9—10 стм. толщиною нельзя было разбирать печатныя буквы, отъ дозъ въ 0,3—0,5 грм. и бо̀льшихъ дѣлалась совершенно прозрачною, иногда почти неотличимою отъ дестиллированной воды. Запахъ или совсѣмъ исчезалъ или много уменьшался, дурной вкусъ тоже улучшался болѣе или менѣе, но никогда не исчезалъ совершенно. Доза въ 120 mlgrm. дѣйствуетъ

---

*) 74 $(Ca(HO)_2)$: 56 (Cao)=X : 75,6; X=99,9. Или: такъ какъ $3\,Ca(HO)_2 + Al^2(SO_4)_3 = 3\,SCaO_4 + 2\,Al(HO)_3$, т. е. на 666 нужно 222 $Ca(HO)_2$, то на 0,3 грм. с. глинозема—666 : 0,3=222 : X; X=99,9.

**) Roth und Lex. Militärhygiene, I, стр. 101.

***) 1000 частей воды, насыщенной CO_2, растворяютъ только не больше 3 частей $CCaO_3$ (Менделѣевъ).

****) Roth und Lex, тамъ же.

на физическія свойства воды, если она очень грязна, хуже бо́льшихъ дозъ, братыхъ мною.

Полное просвѣтленіе воды получалось скорѣе, чѣмъ при соотвѣтственныхъ дозахъ квасцевъ. Только отъ дозы въ 0,12 грм. оно получалось не раньше, какъ черезъ сутки. Отъ 0,3 грм. вода дѣлалась годной къ употребленію черезъ 16—18 часовъ, при очищеніи 0,5 грм.—черезъ 10—12, а отъ дозы въ 0,75 всякая опалесценція исчезала уже часовъ черезъ пять по очищеніи.

Результаты химическихъ и бактеріоскопическихъ (количественныхъ) опредѣленій водъ, очищенныхъ сѣрнокислымъ глиноземомъ, приведены въ слѣдующихъ двухъ таблицахъ C и D.

Таблица C.

Въ миллиграммахъ на литръ:	Вода неочищенная.	Очищенная 0,3 грм. с. глиноз. и 0,105 грм. углекисл. извес.	Очищенная 0,12 грм. с. глиноз. и 0,05 грм. углекисл. извести	Уменьшеніе примѣсей воды въ %. Очищенн.: 0,3 гр. с. глиноз. и 0,105 $CCaO_3$	Уменьшеніе примѣсей воды въ %. Очищенн.: 0,12 гр. с. глин. и 0,05 $CCaO_3$.
		на литръ			
Твердый остатокъ.....	310,	385,	300,	Увелич. + 24,2%	3,2
Окисляемость въ млгрм. $O_{да}$.	15,6	6,8	7,20	56,4	53,85
Летуч. и нелетуч. органическія вещес., опредѣл. хамелеономъ	312,	136,	144,	56,4	53,85
Амміакъ.....	0,610	0,440	0,50	27,9	18,1
Хлоръ.....	14	12	14	14,3	0
Азотная кислота (N_2O_5).....	2,284	1,828	2,284	20	0
Сѣрная кислота (SO_3)	Слѣды	96,15	39,5		
Известь (CaO)	67,3	79,6	64,6	Увелич. + 18,3	4
Магнезія (MgO).....	44,8	44,6	43,9	0,45	2
Жесткость въ нѣм. градусахъ	13	14,2	12,6	Увелич. 9,2	3,1

Количество микроорганизмовъ въ 1 к. с.

Черезъ 16—17 час. по очищ.	Въ	35	310
Черезъ сутки.....	неочи-	40	215
Черезъ 2 сутокъ.....	щенной	70	835
Черезъ 3 »	водѣ:	265	1620
Черезъ 4 »	8640	710	2890
Черезъ 5 »	въ к. с.	1380	—

Таблица D.

Въ миллиграммахъ на литръ.	Серіи водъ.	Вода неочищенная.	Очищенная. 0,5 грм. с. глинозема и 0,120—0,125 гр. ѣдкой извести.	0,7 грм. с. глинозема и 0,18—0,19 грм. ѣдкой извести.	0,75 грм. с. глинозема и около 0,2 гр. ѣдкой извести.	Уменьшеніе примѣсей воды въ %. При очищеніи: 0,5 грм.	0,7 грм.	0,75 грм.	Среднее изъ двухъ анализ. уменьшеніе прим. въ %. По очищеніи: 0,5 грм.	0,7 грм.	0,75 грм.
		на литръ.				сѣрн. глиноз.			сѣрн. глинозема.		
						увеличеніе въ %.					
Твердый остатокъ	№ 1	350	495	560	610	41,4	60	74,3	31,6	49,5	66,25
	№ 2	435	530	605	680	21,8	39	58,2			
Окисляемость въ миллгр. кислорода.	№ 1	14,4	6,4	7	6,2	55,6	51,4	57	54,65	53,7	54,45
	№ 2	18,2	8,42	8,02	8,76	53,7	56	51,9			
Органич. вещества опред. хамелеоном.	№ 1	288	128	140	124	55,6	51,4	57	54,65	53,7	54,45
	№ 2	364	168,4	160,4	175,2	53,7	56	51,9			
Амміакъ.....	№ 1	1,30	1,04	0,97	0,94	20	25,4	27,7	21,15	25,95	30,35
	№ 2	0,540	0,420	0,397	0,362	22,3	26,5	33			
Хлоръ.....	№ 1	22	20	20	20	9,1	9,1	9,1	8,7	8,7	10,8
	№ 2	48	44	44	42	8,3	8,3	12,5			
Азотная кислота (N_2O_5).....	№ 1	2,46	1,98	1,98	—	19,5	19,5	—	16,4	16,4	—
	№ 2	3,16	2,742	2,742	2,742	13,3	13,3	13,3			
Сѣрная кислота (SO_3).....	№ 1	7,28	158,3	242,8	249,4	—	—	—	—	—	—
	№ 2	Слѣды	155,6	240	245,8	—	—	—			
Известь (CaO) ...	№ 1	65,4	88,1	111,9	120,1	34,7	71,1	83,6	24,05	59,15	67,25
	№ 2	86,4	98	127,2	130,4	13,4	47,2	50,9			
Магнезія (MgO) ..	№ 1	44	42,8	43,6	42,2	2,7	0,9	4,1	2,05	1,35	3,15
	№ 2	33,30	32,85	32,70	32,57	1,4	1,8	2,2			
Жесткость, въ нѣм. град.	№ 1	12,7	14.8	17,3	18	16,5	36,2	41,7	12,4	32,15	37
	№ 2	13,3	14,4	17,3	17,6	8,3	30,1	32,3			

Количество микроорганизмовъ въ к. стм.	Вода № 1. Неочищенная.	Очищенная. 0,5 грм.	0,7 грм.	0,75 грм.	Вода № 2. Неочищенная.	Очищенная. 0,5 грм.	0,7 грм.	0,75 грм.
		сѣрн. глинозема.				сѣрн. глинозема.		
Черезъ 2—3 часа по очищеніи	—	25	5	5	—	20	5	15
Черезъ 5—6 часовъ	Въ неочищенной 7,620 въ к. с.	10	0	5	—	0	0	10
» 16—17 »		0	5	0	8,540	10	15	10
» сутки		5	20	10	—	0	10	5
» 2 сутокъ		10	0	5	—	0	—	5
» 3 »		0	0	0	—	5	—	0
» 4 »		10	5	5	—	5	—	5
» 5 »		105	45	60	—	65	—	35

При сличеніи приведенныхъ таблицъ съ таблицами А и В замѣчается прежде всего, что существенное различіе при очищеніи воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ заключается въ томъ, что при первомъ жесткость понижается, а при второмъ, наоборотъ, повышается, хотя въ дозахъ, могущихъ быть принятыми для практическаго примѣненія, увеличеніе это и незначительно, именно только около 10%. Въ остальномъ же характеръ измѣненій, вносимыхъ въ воду квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ, въ общемъ остается одинъ и тотъ же. Разница замѣчается только количественная и притомъ незначительная. Для сравненія беру дозы до 0,5 грм. того и другаго препарата, какъ имѣющія бóльшій практическій интересъ.

Твердый остатокъ увеличивается, какъ и при очищеніи квасцами, но больше на 20—25% (отъ самыхъ малыхъ дозъ въ 0,1 и 0,12 грм. и тамъ и здѣсь онъ уменьшается). Органическія вещества уменьшаются также значительно и даже нѣсколько больше, чѣмъ отъ квасцевъ. Уменьшеніе амміака, хлора и азотной кислоты представляетъ незначительныя разницы съ преобладаніемъ въ ту или другую сторону, вѣроятно случайнымъ. Больше замѣтна разница въ количествахъ сѣрной кислоты, оставляемой въ водѣ тѣмъ и другимъ препаратомъ.

Такъ, сѣрной кислоты оставляли въ литрѣ воды:

При очищеніи дозами въ	0,1—0,12 грм.	0,3 грм.	0,5 грм. на литръ.
Квасцы.....	28,8 mlgm	78,8 mlgrm	126,5 mlgrm
Сѣрнокислый глиноземъ	39,5 »	96,15 »	153. »

Что касается бактеріоскопической стороны очистки воды, то здѣсь сѣрнокислый глиноземъ оказывается болѣе дѣйствительнымъ средствомъ. Уже доза въ 0,12 грм. даетъ результаты довольно удовлетворительные: изъ 8640 черезъ сутки нашлось въ очищенной водѣ только 215 микроорганизмовъ, что составитъ 25 изъ 1000, т. е. въ $3^1/_2$ раза меньше, чѣмъ при соотвѣтственной дозѣ квасцевъ, но, начиная уже съ слѣдующихъ сутокъ, количество ихъ съ каждымъ днемъ почти удваивается, такъ что черезъ 4 сутокъ оно достигаетъ $^1/_3$ всего количества ихъ во взятой для очищенія водѣ. Еще болѣе удовлетворительно, хотя все же не совершенно, очищается вода отъ микробовъ дозой въ 0,3 грм.; изъ того же числа 8640

микроорганизмовъ къ концу сутокъ, по очищеніи, ихъ оставалось 40, т. е. 4 — 5 изъ 1000, слѣдовательно въ 7 — 9 разъ меньше, чѣмъ отъ такой же дозы квасцевъ; размноженіе ихъ замѣчается и здѣсь, но весьма медленно: черезъ 3 сутокъ ихъ оставалось все еще только 30 изъ 1000. Полное очищеніе воды отъ микроорганизмовъ получается отъ дозы въ 0,5 грм. и отъ бо́льшихъ дозъ, — и притомъ уже черезъ 5 — 6 часовъ, т. е. въ болѣе короткій срокъ. чѣмъ при соотвѣтственной дозѣ квасцевъ; въ этомъ отношеніи доза въ 0,5 грм. не отличается отъ большихъ—въ 0,7 и 0,75 грм. ихъ. Наконецъ, при очищеніи 0,5 грм. и бо́льшими количествами сѣрнокислаго глинозема, вода остается свободною отъ микробовъ почти въ теченіе 5 сутокъ.

Съ цѣлью оцѣнки степени очищенія воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ приведу для сравненія нѣкоторыя литературныя данныя относительно химическаго очищенія воды фильтраціей, имѣя въ виду при этомъ только органическія вещества, сѣрную кислоту, известь и жесткость. Привожу сначала среднія цифры анализовъ водъ Гартенштейна: *).

	Дортмундъ.	Виттенъ.	Бохумъ.	Гельзенкирхенъ.	Эссенъ.	А. Круппъ.
	до—послѣ фильтраціи.	до—послѣ фильтраціи.	до—послѣ фильтраціи.	до—послѣ фильтраціи.	до—поелѣ фильтраціи.	до—послѣ фильтраціи.
Органич. . вещества .	41,5—27,3	39,1—28,2	36,5—21,4	35,2—21	35,6—27	38,9—26,2
Извести и магнезіи. .	48,6—48	44,6—43,3	44 —48,4	48,8—65	46,4—46,7	50,2—50,4
Сѣрная . . кислота . .	15 —12,5	17, —17,3	19,5—34,5	22,8—50,9	24 —24,4	25,8—28,2
Общая . . жесткость. (во фр. гр.	9,3 —9,4	9, —9,2	9 —10,5	9,2 —12,4	9,6 —9,5	9,6 — 9,5

Въ отношеніи органическихъ веществъ, при сравненіи цифръ этой таблицы а также и цифръ, приведенныхъ на стр. 11 и 12, касающихся фильтраціи, съ цифрами таблицъ A, B, C и D, на первый взглядъ преимущество оказывается на сторонѣ квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема. Но это преимущество только кажущееся. Препараты глинозема очищаютъ воду, главнымъ об-

*) Привед. въ диссерт. д-ра Шидловскаго. стр. 78—79.

разомъ, отъ взвѣшенныхъ органическихъ веществъ, тогда какъ фильтры, покрайней мѣрѣ, лучшіе изъ нихъ *несомнѣнно* уменьшаютъ въ значительной степени и растворенныя органическія вещества. По анализамъ Гартенштейна, задержано при фильтраціи растворенныхъ органическихъ веществъ:

	minimum	maximum
Дортмундъ	34,2%	45,3%
Виттенъ	22,1 »	33,3 »
Бохумъ	41,4 »	49,6 »
Гельзенкирхенъ	34,6 »	41,2 »
Эссенъ	24,2 »	27 »
А. Круппъ	30,3 »	34,7 »

Среднія изъ 6-ти чиселъ этихъ: minimum—31,1, maximum—38,5.

Лондонскіе фильтры, по анализамъ Летеби, Одлинга и Абеля, задерживали растворенныхъ органическихъ веществъ:

Thames Companies	22,8%
New River	20
East London	67,1; среднимъ числомъ 36,6%

По анализамъ англійской коммиссіи, учрежденной для изслѣдованія вопроса о загрязненіи водъ въ Англіи, задержано фильтраціей черезъ песокъ растворенныхъ органич. веществъ:

изъ воды Rivington Pike	12,8%
» » Wear	48
» » Tees	36,3

Среднимъ числомъ—32,7% *). Д—ромъ Шидловскимъ, однако, получены много меньшія цифры для песочныхъ фильтровъ экспедиціи заготовленія госуд. бумагъ:

	minimum	maximum
фильтръ № 1	8,4%	10,3%
» № 2	10,9 »	17,1
» № 3	8,8 »	17
» № 4	15,2 »	26,2

Средній для всѣхъ фильтровъ: minimum 10,8%, maximum 17,6%.

*) Всѣ приведенныя здѣсь цифры заимствованы изъ той же диссертаціи д-ра Шидловскаго.

Такимъ образомъ, можно принять, если взять среднее изъ всѣхъ этихъ цифръ, что песочные фильтры уменьшаютъ количество растворенныхъ органическихъ веществъ воды приблизительно на 25—30%. Близкія къ этимъ цифрамъ даютъ и лучшіе домашніе фильтры: известняковые Корельскаго и фильтры изъ прессованнаго древеснаго угля. Остальные же, какъ уже было приведено раньше, или ничтожно или совсѣмъ не понижаютъ содержаніе органическихъ веществъ въ водѣ, а нѣкоторые даже повышаютъ его.

Можно однако допустить, что и препараты глинозема, оказываютъ дѣйствіе, хотя и слабое, на растворенныя органическія вещества. Основаніемъ для такого предположенія служатъ слѣдующіе опыты Паркса: *) литръ дестиллированной воды съ 71 mlgrm. почти полностію растворенныхъ органическихъ веществъ и съ 71 mlgrm. углекислой извести, по очищеніи 97 mlgm. квасцевъ, содержалъ 68 mlgm. органическихъ веществъ, а по очищеніи 97 mlgm. сѣрнокислаго глинозема — только 57 mlgm. Такимъ образомъ, при очищеніи воды квасцами, количество растворенныхъ органическихъ веществъ уменьшилось на 4,2%, а сѣрнокислымъ глиноземомъ—на 19,7%.

Въ этомъ же направленіи сдѣланы были мною двѣ пробы: съ квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ. Объектомъ для опыта служила въ одномъ случаѣ дестиллированная вода съ прибавленіемъ неопредѣленнаго количества мочи, въ другомъ она же съ прибавленіемъ настоя навоза, взятаго съ улицы, и профильтрованная, наконецъ, въ третьемъ случаѣ — чрезвычайно-грязная вода, взятая для опыта послѣ двухдневнаго отстаиванія и профильтрованная черезъ двойной бумажный фильтръ.

		Окисляемость.	Органич. вещества.	Уменьшеніе орган. вещ. въ %.
1) Вода съ прибавленіемъ мочи.	Неочищенная	32,75	655 mlgrm.	
	Очищенн. 0,5 гр. с. глиноз. и 0,17 гр. CaO.....	28,05	561 »	14,35
	Очищен. 0,5 грм. квасцевъ и 0,130 грм. CaO...	30,72	614,4 »	6,2

*) Roth und Lex. Militärhygiene, I, стр. 101.

		Окисляемость.	Органич. вещества.	Уменьшеніе орган. вещ. въ %
2) Дест. вода съ прибавленіемъ навознаго настоя.	Неочищенная	51,72	1034,4 »	
	Очищен. 0,3 грм. сѣр. глинозема и 0,10 грм. CaO.	45,44	908,8 »	12,2
	Очищенная 0,3 гр. квасцевъ съ прибавлен. 0,075 гр. CaO	48,12	978,4 »	5,4
3) Грязная вода послѣ отстаиванія и фильтрованія.	Неочищенная	31,9	638	
	Очищен. 0,5 грм. сѣрн. глиноз. и 0,17 гр. ѣдк. извести.....	23,25	465 »	27,1
	Очищен. 0,5 грм. квасцевъ и 0,13 грм. извести..	26,10	522 »	18,2

Значительное уменьшеніе органическихъ веществъ въ 3-й пробѣ зависѣло, вѣроятно, оттого, что часть ихъ была во взвѣшенномъ состояніи, въ видѣ мельчайшихъ частицъ, прошедшихъ сквозь фильтръ, такъ какъ вода и послѣ фильтрованія была все-таки довольно мутна. Такимъ образомъ, можно, повидимому, принять, что растворенныя органическія вещества уменьшаются отъ сѣрнокислаго глинозема на 12—19%, а отъ квасцевъ на 4—6%. Но, если и допустить такое дѣйствіе квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема на растворенныя органическія вещества, то все-таки эти средства, особенно квасцы, въ этомъ отношеніи будутъ значительно уступать фильтраціи черезъ лучшіе фильтры.

Жесткость и количество щелочныхъ земель, какъ говорятъ тѣ же литературныя данныя, при фильтраціи черезъ песочные фильтры чаще увеличивается и рѣже уменьшается или остается безъ перемѣны. Изъ 6-ти фильтровъ разныхъ городовъ, по анализамъ Гартенштейна (см. стр. 45), только два дали ничтожное уменьшеніе жесткости (на 0,1 градуса), а четыре—увеличеніе и изъ нихъ два весьма значительное—на 16,6% и 34,8%.

По анализамъ Летеби, Одлинга и Абеля, всѣ три, изслѣдованные ими, лондонскіе фильтры дали уменьшеніе общей жесткости, самое большее на 11%. Въ анализахъ разныхъ водъ и разныхъ фильтровъ упомянутой англійской коммиссіи въ 4-хъ получилось слабое уменьшеніе общей жесткости, самое большое на 8,2%, а въ 5-ти—увеличеніе, въ общемъ тоже ничтожное, но въ одномъ случаѣ на 13%. По болѣе совре-

меннымъ анализамъ д-ра Вольфгюгеля *), фильтры берлинскихъ водопроводовъ въ огромномъ большинствѣ случаевъ повышаютъ содержаніе извести въ водѣ на 1—7%, а одинъ разъ (т. е. среднимъ числомъ за мѣсяцъ) даже до 32%; уменьшеніе получилось только въ трехъ изъ 18 среднихъ мѣсячныхъ чиселъ. Приблизительно то же получилось и при анализахъ Плагге и Проскауера **): фильтръ штралауерскаго водопровода изъ 44 разъ—19 далъ увеличеніе извести среднимъ числомъ на 20% и только 8 разъ уменьшеніе ея среднимъ числомъ на 8%. Въ водѣ теглерскаго водопровода содержаніе извести послѣ фильтраціи изъ 44 разъ 14 увеличилось среднимъ числомъ на 24% и 15 разъ уменьшилось сред. числомъ на 9%. Такимъ образомъ, относительно жесткости квасцы имѣютъ несомнѣнное преимущество передъ фильтраціей, а сѣрнокислый глиноземъ въ дозахъ до 0,5 грм. на литръ немного уступаетъ ей.

Что касается сѣрной кислоты, то эта примѣсь составляетъ наиболѣе слабую сторону очищенія воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ. Большія дозы ихъ, какъ видно изъ таблицъ B и D, оставляютъ такія количества сѣрной кислоты, что дѣлаютъ воду совершенно негодною для употребленія, не смотря на важныя преимущества другихъ сторонъ очищенія ими. Однако, и фильтры не всегда свободны отъ упрека въ загрязненіи сѣрной кислотой фильтруемой ими воды; по крайней мѣрѣ, такъ говорятъ анализы водъ Гартенштейна (стр. 45), изъ которыхъ видно, что увеличеніе сѣрной кислоты въ водѣ послѣ фильтраціи черезъ песочные фильтры можетъ доходить до 56,5% и даже до 123% (Гельзенкирхенъ).

Относительно очищенія воды съ бактеріоскопической стороны сравненіе квасцевъ съ фильтраціей уже сдѣлано. Что же касается сѣрнокислаго глинозема, то какъ видно изъ таблицъ C и D, очищающее дѣйствіе его даже при дозѣ въ 0,3 грм. выше наилучшихъ песочныхъ фильтровъ. Фильтръ водопровода штралауэрскаго по Вольфгюгелю, (см. стр. 11) пропускаетъ

*) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1885, стр. 8, 9 и 10.

**) Zeitschrift für Hygiene, B. II, 1887 г., стр. 434 и слѣд.

среднимъ числомъ 7 микробовъ изъ 1000 нефильтрованной воды; здѣсь же цифра эта понижается до 4—5 изъ 1000. Количества же въ 0,5 грм. и больше совершенно освобождаютъ воду отъ микробовъ, чего не даетъ ни одинъ фильтръ.

Наконецъ, и здѣсь, какъ при очищеніи квасцами, вода дѣлается средой, негодной для развитія микроорганизмовъ, по крайней мѣрѣ, на нѣкоторое время. Уже это наводитъ на мысль, что микроорганизмы при этихъ средствахъ очищенія воды не только удаляются изъ нея механически, увлекаемые осадкомъ, но и убиваются ими и что, при извѣстныхъ количествахъ этихъ веществъ въ водѣ, оставшіеся въ ней микроорганизмы, а также и попадающіе въ нее постоянно изъ воздуха не могутъ въ ней жить и размножаться.

Чтобы провѣрить это экспериментально, я дѣлалъ посѣвы осадка, образующагося при очищеніи воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ. Въ раздѣлительной воронкѣ очищалось опредѣленное (около 80 к. с.) количество воды съ извѣстнымъ содержаніемъ въ ней микроорганизмовъ. Опавшій на дно осадокъ переводился изъ разд. воронки въ колбу съ стерилизованной невской водой, которой бралось приблизительно столько же, сколько взято было воды для очищенія въ воронкѣ, т. е. около 80 к. с. Осадокъ съ водой въ колбѣ сильно взбалтывался и тутъ же дѣлался посѣвъ. Слѣдующая табличка представляетъ результаты, полученные такимъ образомъ:

Количество микроорганизмовъ:			въ неочищенной водѣ.
1) Въ 1 куб. стм. воды съ осадкомъ по очищеніи 0;5 грм. сѣрн., глинозема и 0,15 грм. ѣдкой извести.	Проба I—	5	6500
	Проба II—	15	7720
2) Въ одномъ куб. стм. воды съ осадкомъ по очищеніи 0,75 грм. сѣрн. глинозема и 0,25 грм. извести	Проба I—	350	7720
	Проба II—	205	8540
3) Въ одномъ к. с. воды съ осадкомъ по очищеніи 1 грм. сѣрнок. глинозема съ прибавленіемъ 0,350 грм. извести.	Проба I—	840	6500
	Проба II—	1120	8540

Результаты эти даютъ право заключить, что препараты глинозема дѣйствуютъ губительно на микроорганизмы, а не

только механически удаляютъ ихъ изъ воды, захватывая образующимися хлопьями осадка. Ибо въ противномъ случаѣ слѣдовало ожидать, что вода съ осадкомъ дастъ количество жизнеспособныхъ микроорганизмовъ, подходящее къ содержанію ихъ въ неочищенной водѣ, такъ какъ количества воды, взятой для промыванія осадка, и неочищенной воды, изъ которой полученъ осадокъ, были приблизительно одинаковы.

Далѣе, изъ этой таблички видно, что число микроорганизмовъ въ осадкѣ растетъ съ увеличеніемъ количествъ сѣрнокислаго глинозема, взятыхъ для очищенія воды. Въ осадкѣ по очищеніи 0,5 грм. сѣрнокислаго глинозема можно принять полное отсутствіе микроорганизмовъ, а при очищеніи 1 грм. ихъ остается въ осадкѣ около 130 изъ 1000. Объяснить это обстоятельство я затрудняюсь. Можетъ быть, оно зависитъ отъ того, что при очищеніи такимъ большимъ количествомъ сѣрнокислаго глинозема, какъ граммъ на литръ, съ прибавленіемъ большаго количества извести, хлопья осадка образуются много скорѣе, въ бо́льшемъ количествѣ и притомъ болѣе объемистые и компактные, опаденіе ихъ на дно происходитъ скорѣе, чѣмъ при меньшихъ дозахъ (полное осажденіе часа черезъ $1^{1/2}$ — 2) и слой осадка получается толще и плотнѣе, чѣмъ и достигается, вѣроятно, болѣе полная изоляція микроорганизмовъ, захваченныхъ хлопьями осадка, отъ дѣйствующаго на нихъ вредно вещества, растворенного въ водѣ.

Къ тому же заключенію (что микробы убиваются) приводятъ и пробы съ посѣвами воды, содержавшей въ растворѣ квасцы и сѣрнокислый глиноземъ, но безъ извести,—и притомъ такой воды, въ которой безъ прибавленія извести, ни квасцы ни сѣрнокислый глиноземъ осадка не даютъ. Сказаннымъ условіямъ удовлетворяютъ невская вода и дестиллированная (аптечная). Въ первой, хотя отъ квасцевъ и образуется весьма слабый осадокъ, но черезъ долгое время. Посѣвы порціи неочищенной и очищенной воды производились въ одно время, именно черезъ $^{1/2}$ часа по прибавленіи квасцевъ или с. глинозема. Этого срока, при очищеніи такими большими количествами какъ 1,5 грм. квасцевъ и 1 грм. с. глинозема,

вполнѣ было достаточно, чтобы осадокъ, въ случаяхъ прибавленія извести, вполнѣ уже сформировался и большею частью даже опалъ на дно.

Количество микроорганизмовъ въ 1 к. с.:

	Проба I.	Проба II.
1) Вода изъ крана лабораторіи	390	360
Та же вода съ прибавленіемъ 1,5 грм. квасцевъ на литръ	120	105
Та же вода съ прибавленіемъ 1,5 грм. квасцевъ и 0,2 грм. ѣдкой извести (получ. осадокъ)	10	0
2) Вода изъ крана лабораторіи	580	460
Та же вода съ 1 грм. сѣрнокис. глинозема на литръ.	140	105
Та же вода съ 1 грм. с. глиноз. и 0,3 грм. извести (образ. осадокъ)	0	5
3) Аптечная дестиллиров. вода	4680	3800
Та же вода съ 1.5 грм. квасцевъ	1080	860
Таже вода съ 1,5 грм. квасцевъ и 0,2 грм. извести на литръ	15	10

Изъ этой таблички видно, что, по прибавленіи къ водѣ только квасцевъ или сѣрнокислаго глинозема, безъ извести, когда слѣд. осадка не получается, въ ней остается только $^1/_4$—$^1/_2$ всего количества микроорганизмовъ неочищенной воды. Полное же освобожденіе ея отъ микроорганизмовъ получается только по прибавленіи сверхъ того извести, т. е. когда образуется осадокъ. Значитъ, бо́льшая часть микроорганизмовъ убивается квасцами и сѣрнокисл. глиноземомъ, а тѣ, которые еще не успѣли погибнуть, увлекаются изъ воды механически осадкомъ. Послѣднихъ, повидимому, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ скорѣе образуются хлопья осадка, чѣмъ онѣ больше и компактнѣе и чѣмъ быстрѣе опадаютъ на дно, т. е. чѣмъ бо́льшая доза взята для очищенія воды. При болѣе продолжительномъ времени, т. е. при медленно образующемся осадкѣ, большая часть ихъ, повидимому, успѣваетъ погибать, и уже въ такомъ состояніи выносится изъ воды осадкомъ.

Разсмотрѣвши дѣйствіе квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема, какъ очищающихъ воду средствъ, перехожу къ самому существенному вопросу: на сколько эти средства примѣнимы для практическаго употребленія? Этотъ вопросъ распадается на два другихъ вопроса, рѣшеніе которыхъ даетъ отвѣтъ и на пер-

вый. 1) Средства эти, какъ было видно, вносятъ въ воду на мѣсто удаленныхъ, другія постороннія вещества, почему и является необходимость рѣшить, на сколько эти послѣднія индеферентны для организма. 2) Второй вопросъ касается чисто практической стороны дѣла, его технической легкости, удобства и простоты въ примѣненіи на практикѣ.

Съ бактеріоскопической точки зрѣнія квасцы и особенно сѣрнокислый глиноземъ представляютъ средства очищенія воды на столько удовлетворительныя, что могутъ претендовать на самое широкое практическое употребленіе.

Органическія вещества уменьшаются ими больше чѣмъ наполовину. Содержаніе амміака, хлора, азотной кислоты тоже понижается, хотя и въ значительно меньшей степени, что. впрочемъ, и не представляетъ большой важности, въ виду только симптоматическаго значенія этихъ веществъ въ водѣ.

Сомнѣніе въ пригодности этихъ средствъ для практическаго примѣненія могутъ возбудить: 1) увеличеніе плотнаго остатка, даваемое ими, 2) введеніе ими въ воду сѣрной кислоты и, кромѣ того, для квасцевъ—оставленіе въ водѣ солей калія, а для сѣр. глинозема—еще увеличеніе жесткости воды.

Что касается плотнаго остатка, то повышеніе его не можетъ служить препятствіемъ для употребленія этихъ способовъ очистки воды. По Веймарской коммиссіи *), хорошая вода для питья можетъ содержать отъ 100 до 500 mlgm. плотнаго остатка. Такому требованію дозы до 0,5 грм. какъ квасцевъ, такъ и сѣрнок. глинозема удовлетворяютъ вполнѣ. Однако, предѣльнымъ величинамъ для плотнаго остатка въ водѣ вообще гигіенисты не придаютъ абсолютнаго значенія. Такъ, Парксъ **) допускаетъ въ годной для питья водѣ 430 mlgm съ условіемъ, однако, содержанія въ ней не болѣе 40 mlgm органическихъ веществъ. По Новаку ***), вода съ содержаніемъ даже 700—800 mlgm твердаго остатка можетъ быть хорошей и вполнѣ годной для питья, если только

*) Пр. Доброславинъ, Гигіена, II. стр. 45, и Рук. къ гиг. Пр. Эрисмана, 1872 г., 431.

**) Гиг. пр. Доброславина, стр. 44.

***) Привед. въ диссерт.. Шидловскаго, стр. 32.

онъ состоитъ изъ углекислыхъ солей извести и магнезіи и если вода свободна отъ другихъ загрязняющихъ примѣсей. Слѣдов., важно то, изъ чего состоитъ плотный остатокъ. Кромѣ того, количество плотнаго остатка можетъ служить иногда указателемъ загрязненія воды разлагающимися органическими веществами. Если въ данной водѣ плотнаго остатка содержится больше, чѣмъ въ другихъ водахъ той же мѣстности съ тѣмъ же геологическимъ составомъ почвы, то это указываетъ на усиленное разложеніе органич. веществъ, конечные продукты котораго, въ видѣ угольной, азотной, азотистой, сѣрной и др. кислотъ извлекаютъ изъ почвы увеличенныя количества щелочей и щелочныхъ земель.

Такъ какъ увеличеніе твердаго остатка при очищеніи воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ происходитъ, главнымъ образомъ, насчетъ вносимыхъ ими калія, извести и сѣрной кислоты, то и значеніе его сводится къ значенію сказанныхъ веществъ въ водѣ.

Что касается жесткости, то предѣльной величиной ея признается жесткость въ 18 нѣм. градусовъ, принятая вѣнской и веймарской коммиссіями. Въ водахъ средней жесткости, съ какими мнѣ приходилось имѣть дѣло, сѣрнокислый глиноземъ, въ дозахъ до 0,5 грм. на литръ, увеличивалъ жесткость только на 1—2,1 градуса, слѣдов. далеко еще не доводилъ ее до установленной границы. При очищеніи же очень жестокихъ водъ, прибавленія извести, нужно думать, не потребуется и, слѣд., жесткость не будетъ увеличиваться.

Общій и наиболѣе важный упрекъ, который можетъ быть обращенъ къ обоимъ этимъ средствамъ очистки воды,—тотъ, что они оставляютъ въ водѣ значительныя количества сѣрной кислоты.

Сѣрная кислота считается одной изъ самыхъ нежелательныхъ примѣсей въ водѣ, особенно въ видѣ сульфатовъ кальція и магнія. Несомнѣнно, что слишкомъ большія количества сѣрнокислыхъ солей въ водѣ могутъ быть причиною различныхъ диспептическихъ и кишечныхъ разстройствъ, особенно у людей, непривычныхъ къ такой водѣ. Но для такого дѣйствія на организмъ требуется значительное количество сѣрной

кислоты, считаемое не десятками, а по крайней мѣрѣ сотнями миллиграммовъ на литръ воды.

Особенно же важное значеніе съ санитарной точки зрѣнія содержанію сѣрной кислоты въ водѣ даже и въ небольшихъ количествахъ придается потому, что она можетъ служить указателемъ загрязненія воды мочею, экскрементами и вообще разлагающимися веществами животнаго происхожденія. Въ силу этого существуетъ немало попытокъ опредѣлить точныя границы содержанія ея въ хорошей водѣ для питья.

По Паркcу *), хорошая вода для питья можетъ содержать не болѣе 42,8 mlgm. сѣрнокислаго кальція и 85,7 mlgm. сѣрнокислаго натра. Упомянутая выше веймарская коммиссія **) предѣльной величиной для сѣрной кислоты считаетъ 63 mlgm. на литръ воды. Ту же величину принимаетъ и Рейхардтъ ***). По Вибелю ****), хорошая вода можетъ содержать ея 80—100 mlgm., а Фишеръ *****) допускаетъ въ ней даже 120 mlgm., при условіи, если вода не загрязнена веществами животнаго происхожденія. Наконецъ, по Цюреку ******), которому поручено было изслѣдованіе большаго числа водъ по поводу водоснабженія Берлина,—содержаніе сѣрной кислоты въ водѣ не должно превышать 100 mlgm. на литръ. Очевидно, что эти предѣльныя цифры не могутъ имѣть абсолютнаго значенія. Все будетъ зависѣть отъ того, откуда берется сѣрная кислота въ водѣ. Если источникомъ ея служатъ разлагающіеся въ водѣ экскременты и моча, то и эти предѣльныя величины окажутся слишкомъ высокими. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда сульфаты поступаютъ въ воду, вымываясь ею изъ геологическихъ пластовъ почвы, или, какъ при очищеніи воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ, искусственно прибавляются къ ней,—безъ особенныхъ опасеній могутъ быть допущены и большія количества ихъ.

---

*) Руководство къ практической гигіенѣ Паркса. 1869 г., стр. 41.

**) Пр. Доброславинъ. Гигіена, II, стр. 45, и пр. Эрисманъ, l. c.

***) Курсъ военной гигіены. Пр. Доброславина, стр. 397.

****) Fischer. Die chemische Technologie des Wassers, стр. 143.

*****) Тамъ же.

******) Руков. къ гигіенѣ, Эрисмана, 1872 г., стр. 437.

Въ подтвержденіе этого можно привести и фактическія доказательства. Въ «Руководствѣ по гигіенѣ» проф. Эрисмана *) приведена таблица анализовъ водъ разныхъ берлинскихъ колодезей, воды которыхъ считались вполнѣ хорошими и безвредными для организма, между тѣмъ какъ содержаніе сѣрной кислоты въ нихъ доходило до 43—111 mlgm., осенью, а весною до 62 и даже до 205 mlgm. на литръ.

Нѣкоторые нѣмецкіе города снабжены водой, содержащей болѣе или менѣе значительныя количества сѣрной кислоты, повидимому, безъ ущерба для здоровья населенія. Встрѣчаются между ними воды съ содержаніемъ сѣрной кислоты, много превышающимъ количества ея, оставляемыя въ водѣ квасцами и даже сѣрнокислымъ глиноземомъ, въ дозахъ 0,3 грм. на литръ. Представляю нѣсколько наиболѣе крупныхъ цифръ изъ таблицы, приведенной въ статьѣ д-ра Вольфгюгеля о водоснабженіи **). Во водопроводной водѣ содержаніе SO_3 доходитъ до:

	mlgrm на литръ.		mlgrm на литръ.
Г. Мюльгейма на Рейнѣ	44	Ганновера	65
Бонна	42	Эрфурта	65
Крефельда	41	Клагенфурта	96
Дюссельдорфа	38	Бернбурга	117
Гельзенкирхена	51	Вюрцбурга	184
Галле	50		

Такимъ образомъ, цѣлыя массы народонаселенія пользуются водой, содержащей болѣе или менѣе значительное количество сѣрной кислоты. И если бы примѣсь эта, въ приведенныхъ количествахъ, не признавалась безвредною для организма, то, разумѣется, для снабженія водой, содержащей ее, не предпринимались бы такія дорого стоящія сооруженія, какъ водопроводы ***). Житейскій опытъ, слѣдов., указываетъ, что безъ вся-

*) Руков. къ гигіенѣ, пр. Эрисмана, 1872 г., стр. 443.

**) Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten v. Ziemssen und Pettenkofer. T. II «Wasserversorgung», стр. 30 и 31.

***) До какихъ огромныхъ количествъ можетъ доходить содержаніе сѣрной кислоты въ городскихъ колодцахъ, показываетъ таблица, приведенная въ той же статьѣ д-ра Вольфгюгеля (Wasserversorg., стр. 24). Въ колодезной водѣ:

каго опасенія можетъ быть допущено въ водѣ для питья содержаніе сѣрной кислоты даже больше тѣхъ количествъ, какія установлены для нея, какъ предѣльная величина (если принять ее даже въ 100 mlgm на литръ).

Такимъ же доказательствомъ можетъ служить отчасти опытъ, продѣланный мною на самомъ себѣ. Обладая вполнѣ здоровыми пищеварительными органами и сдѣлавши издавна привычку пить по многу воды по ночамъ, причемъ до тѣхъ поръ употреблялась мною для питья переварная вода, я замѣнилъ ее невской водой, очищенной 0,5 грм. сѣрнокислаго глинозема съ прибавленіемъ 0,180 грм. ѣдкой извести на литръ. Такую воду я пилъ въ теченіе почти двухъ мѣсяцевъ, стакана по четыре и болѣе въ сутки и за все время совершенно никакихъ разстройствъ со стороны желудочно-кишечнаго канала не замѣчалось.

Въ виду всего вышеизложеннаго количества сѣрной кислоты, оставляемыя въ водѣ дозами 0,3 грм. сѣрнокислаго глинозема, могутъ быть признаны вполнѣ безвредными для организма. Для квасцевъ же могутъ быть допущены и нѣсколько большія дозы, напр. 0,4 на литръ, такъ какъ сѣрной кислоты они оставляютъ нѣсколько меньше, чѣмъ сѣрнокислый глиноземъ. Если, кромѣ того, принять въ расчетъ, что 0,3 грм. сѣрн. глинозема очищаетъ воду во всѣхъ остальныхъ отношеніяхъ удовлетворительно, то доза въ 0,3 грм. сѣрнокислаго глинозема можетъ быть признана вполнѣ пригодною для практическаго примѣненія. Количества же выше 0,5 грм. должны быть совершенно оставлены, какъ вносящія большія массы сѣрной кислоты въ воду.

Что касается квасцевъ, то относительно ихъ сомнѣнія въ практической пригодности могутъ явиться еще со стороны солей калія, вносимыхъ ими въ воду. Едва-ли, однако, сомнѣнія эти могутъ имѣть какое-либо серьезное зна-

	mlgm на литръ.		mlgm на литръ.
Г. Апольды до	615	Кобленца	173
Берлина	485	Дармштадта	177
Дерпта	255	Кенигсберга	118
Фюрца	141	Линдена	364
Гамбурга	389	Магдебурга	450
Ганновера	991	Оттерндорфа	491

ченіе. Дозы въ $^1/_4$ — $^1/_2$ грм. квасцевъ на литръ оставляютъ въ водѣ такія небольшія количества калія, какія не могутъ вызывать опасеній съ этой стороны. Если принять для расчета maximum употребляемой для питья воды, 4 литра въ сутки, то и тогда будетъ вводиться въ оранизмъ только 80 — 160 mlgr металлическаго калія. По Нотнагелю и Росбаху *), «мнѣнія о калійныхъ препаратахъ, какъ о сердечныхъ ядахъ, страдаютъ *крайнимъ преувеличеніемъ;* у человѣка, въ особенности при обыкновенномъ терапевтическомъ примѣненіи этихъ препаратовъ, крайне трудно и развѣ только послѣ очень продолжительнаго употребленія обнаруживается ослабляющее вліяніе ихъ на сердце». Если возьмемъ даже небольшую ожедневную терапевтическую дозу въ 5 грм. напр. калійной селитры, то и въ ней металлическаго калія содержится 1930 mlgm. Если же и такія большія суточныя количества калія, даже при очень продолжительномъ употребленіи, только съ трудомъ могутъ вызвать вредныя послѣдствія, то 80—160 mlgm, принимаемые съ суточнымъ количествомъ воды, очищенной 0,25 — 0,5 грм. квасцевъ, могутъ быть признаны индеферентными для организма.

А такъ какъ сѣрной кислоты квасцы оставляютъ еще меньше, чѣмъ сѣрнокислый глиноземъ, и даже въ водѣ, очищенной 0,5 грм. квасцевъ, содержаніе ея остается почти въ предѣлахъ, допускаемыхъ (напр. Фишеромъ) въ хорошей водѣ, то для практическаго примѣненія будутъ вполнѣ пригодны количества въ 0,3, 0,4 и даже — въ случаяхъ, когда потребовалось бы наиболѣе полное очищеніе воды отъ микроорганизмовъ,—0,5 грм. на литръ квасцевъ.

При сравненіи между собою очищающаго дѣйствія квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема, какъ уже видно изъ всего вышеизложеннаго, каждое изъ этихъ средствъ имѣетъ свои преимущества и свои недостатки, такъ что трудно рѣшить безусловно, которому изъ нихъ слѣдуетъ отдать предпочтеніе въ практическомъ примѣненіи. Преимущества квасцевъ состоятъ въ томъ, что они оставляютъ нѣсколько меньшія количества сѣрной ки-

*) Руководство къ Фармакологіи. Перев. д-ра Иванова. 1885 г. I, стр. 42.

слоты, понижаютъ жесткость воды, дешевле *) сѣрнокислаго глинозема и, главное, представляютъ способъ очистки воды болѣе простой и, слѣд., болѣе общедоступный, чѣмъ очистка сѣрнок. глиноземомъ. Квасцами можно очищать и мягкія воды (до 4° и даже менѣе град. жесткости), слѣдов. предварительнаго прибавленія къ водѣ извести при нихъ не требуется или только въ весьма рѣдкихъ случаяхъ. Недостатки квасцевъ сравнительно съ сѣрнок. глиноземомъ слѣдующіе: 1) они вносятъ въ воду калійныя соли; 2) вода совершенно просвѣтляется и дѣлается годной къ употребленію черезъ болѣе долгій срокъ, и наконецъ, 3) очищаютъ воду нѣсколько хуже, особенно съ бактеріоскопической стороны, чѣмъ сѣрн. глиноземъ.

Сѣрнокислый глиноземъ обладаетъ, разумѣется, противоположными преимуществами и недостатками. Изъ послѣднихъ наиболѣе важный, по своему неудобству, состоитъ въ необходимости сообразоваться со степенью жесткости воды, чтобы опредѣлить потребное количество извести для прибавленія къ водѣ. Чѣмъ жестче вода, тѣмъ меньше нужно прибавлять извести, а очень жесткая вода, вѣроятно, и совсѣмъ не потребуютъ ея. Слѣдовало бы болѣе точно установить соотношеніе между градусами естественной жесткости водъ и соотвѣтствующими имъ количествами извести для прибавленія къ водѣ. Но, по невозможности достать здѣсь болѣе жесткихъ натуральныхъ водъ, я не могъ этого сдѣлать.

Искусственное же увеличеніе жесткости посредствомъ прибавленія ѣдкой извести къ разнымъ водамъ (невской, изъ Лиговск. канала, прудовъ) показало, что для очищенія воды 0,3 грм. сѣрнокислаго глинозема наиболѣе благопріятна жесткость около 19—21 нѣм. град. При меньшей жесткости осадокъ образуется болѣе вяло, медленно и дольше не опадаетъ.

Слѣдовательно, мягкую воду необходимо сначала довести до 19—20° жесткости, прибавляя ѣдкой извести **) по разсчету

---

*) Въ розничной продажѣ у Штоль и Шмидта квасцы стоятъ 35 коп. фунтъ, а сѣрнокислый глиноземъ 25 коп. унція.

**) 1° = 10 mlgm. CaO въ литрѣ. 10 : X = 56 : 74 [$Ca(HO)_2$]; отсюда X = 13,2 mlgm.

около 13 mlgm. на литръ и градусъ *). Въ противномъ случаѣ, или совсѣмъ не произойдетъ разложенія прибавленнаго сѣр. глинозема, а слѣдов. и очищенія воды, или и то и другое получится въ недостаточной степени, и сѣрнокисл. глиноземъ останется или весь, или частію растворенным въ водѣ. Это будетъ, когда извести прибавлено недостаточно. Если же ея прибавлено будетъ больше, чѣмъ требуется для разложенія с. глинозема, то получится растворенным въ водѣ нежелательный излишекъ ея. Такимъ образомъ, при очищеніи воды сѣрнокислымъ глиноземомъ требуется предварительное ознакомленіе со степенью жесткости ея, что не всегда и не для всѣхъ удобно**). Но въ виду важныхъ преимуществъ очистки воды с. глиноземомъ предъ квасцами въ тѣхъ случаяхъ, когда это неудобство устранимо, предпочтеніе слѣдуетъ отдавать ему.

Другое неудобство въ практическомъ примѣненіи, относящееся къ обоимъ этимъ средствамъ, хотя и въ разной степени,—состоитъ въ томъ, что вода освобождается отъ произведеннаго ими осадка и дѣлается годной къ употребленію

---

*) Можно, разумѣется, избѣгнуть увеличенія жесткости, прибавляя вмѣсто извести, напр. соду. Но послѣдняя много дороже извести (въ 10—12 разъ) и не даетъ никакихъ преимуществъ при очищеніи: осадокъ образуется не больше и не скорѣе, а образующійся сѣрнокислый натръ вмѣсто гипса едва-ли желательнѣе его. Наконецъ, и увеличеніе жесткости при прибавленіи соотвѣтственнаго количества извести получается незначительное.

**) Единственное преимущество передъ известью будетъ имѣть сода, именно въ такихъ случаяхъ, т. е. когда некому или некогда опредѣлить предварительно жесткость воды. Опредѣленное количество соды, соотвѣтствующее взятой дозѣ сѣрнокислаго глинозема, можно прибавлять ко всякой водѣ, не зная ея жесткости и въ то же время не опасаясь испортить вкусъ ея или понизить санитарныя качества ея. Такъ какъ $3Na_2CO_3 + Al^2(SO_4)_3 = 3Na_2SO_4 + Al^2O_3 + 3CO_2$, то на 666 (вѣсъ частиц. $Al^2(SO_4)_3 + 18H_2O$) нужно 318 углекислаго натра. Отсюда легко опредѣлить количество его, потребное на какую бы то ни было дозу сѣр. глинозема. Так. обр., на 0,3 грм. его (по пропорціи: 0,3 : 666 = X : 318) нужно 143 mlgm. сухаго углекислаго натра, или эквивалентные этому числу 386 mlgm. кристаллизованнаго углекислаго натра. Если бы и все это количество соды, по прибавленіи къ водѣ, осталось въ ней неразложеннымъ, то и тогда ни вкусъ воды, ни ея качества нисколько не ухудшатся, такъ какъ сода въ такомъ количествѣ вполнѣ безвредна для организма, а на вкусъ она можетъ быть замѣтна въ водѣ при содержаніи ея не меньше 857 mlgm. въ литрѣ, какъ показали опыты де-Шомона (Гигіена, Пр. Доброславина, II. стр. 48).

только спустя довольно продолжительное время. Не всегда имѣется возможность ждать 16—18 часовъ или даже цѣлыя сутки, пока очистится вода. Въ такихъ случаяхъ, какъ походы, гдѣ вода для питья требуется сейчасъ же, эти средства оказались бы непригодными. Да и вообще, благодаря этому неудобству, примѣнимость этихъ средствъ на практикѣ значительно была бы ограничена. Но неудобство это устраняется легко и безъ особенно сложныхъ пріемовъ.

Сначала я сдѣлалъ попытку достигнуть болѣе быстраго образованія и опаденія осадка пропусканіемъ черезъ очищенную воду углекислаго газа. CO_2 добывалась въ Вульфовой стклянкѣ дѣйствіемъ 6—7% раствора крѣпкой соляной кислоты на измельченный мраморъ. Образовавшаяся CO_2 проходила черезъ воду, поднимаясь вверхъ, изъ отводящей трубки, опущенной до дна цилиндра съ водою. Такихъ опытовъ сдѣлано было два: съ квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ, при чемъ получились одинаково мало удовлетворительные результаты. При пропусканіи углекислоты, начавшіе формироваться и уже сформировавшіеся хлопья гидрата глинозема быстро исчезали, и вода дѣлалась однообразно-мутною. Тотчасъ по прекращеніи пропусканія ея, осадокъ начиналъ образовываться снова и притомъ значительно скорѣе, чѣмъ безъ углекислоты, но опаденіе его на дно ускорялось немного: часа на 3—4. Не лишне будетъ замѣтить при этомъ, что, по пропусканіи CO_2 черезъ воду, вкусъ ея замѣтно улучшался. Такимъ образомъ, желаемая цѣль не была достигнута. Въ виду этого я перешелъ къ фильтраціи. Мысль избавиться посредствомъ фильтраціи отъ осадка напрашивается сама собою. Но при этомъ, въ-1-хъ, является вопросъ, не уменьшится ли очищающее дѣйствіе квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема при быстромъ удаленіи изъ воды только-что образовавшагося осадка, а во 2-хъ, является необходимость при этомъ найти наиболѣе простое приспособленіе для такой фильтраціи, чтобы не осложнить способа и тѣмъ не ограничить его практическую примѣнимость. Безъ этого отфильтровываніемъ осадка не достигалась бы цѣль. т. е. скорая, простая и въ то же время удовлетворительная очистка воды.

Предварительная грубая попытка въ этомъ направленіи состояла въ слѣдующемъ: чрезвычайно грязная вода, взятая изъ уличной лужи, — вода, которую съ бо̀льшею основательностію можно было назвать жидкой грязью, чѣмъ водой,—была налита въ большой сосудъ съ краномъ внизу и очищена 0,3 грм. сѣрнокислаго глинозема и 160 mlgm. ѣдкой извести на литръ. Минутъ черезъ 10—15, по прибавленіи этихъ веществъ, вода пропускалась черезъ слой ваты, заложенной въ отводящей трубкѣ передъ краномъ. Вода получилась совершенно неузнаваемая: весьма прозрачная и чистая на видъ.

Послѣ такой попытки я перешелъ къ фильтраціи очищенной квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ воды черезъ песокъ, предварительно простерилизованный прокаливаніемъ. Песокъ, послѣ стерилизаціи, насыпался въ большую стеклянную воронку, отверстіе которой было заложено асбестомъ. Вода фильтровалась приблизительно черезъ полчаса по очищеніи, когда хлопья осадка уже образовались вполнѣ. Затѣмъ дѣлались посѣвы изъ профильтрованной воды (изъ послѣднихъ ея порцій) и опредѣлялось количество органическихъ веществъ неочищенной и очищенной—профильтрованной воды. Посѣвы неочищенной воды дѣлались передъ прибавленіемъ квасцевъ и сѣрнок. глинозема и изъ порцій, взятыхъ для очищенія.

Вотъ результаты этихъ опытовъ:

		После фильтраціи			
		Очищенная квасцами		Очищен. с. глиноземомъ	
	Неочищенная вода.	0,3 грм. на литръ.	0,15 грм. на литръ.	0,3 грм. съ прибавл. 0,075 грм. ѣд. извести.	0,15 грм. сѣр. глиноз. съ приб. 0,035 извести.
Органич. вещества.	668,5	322,8	388,1	295,8	320,94
Колич. микроорганизм. въ 1 к. с. . . .	нельзя сосчитать	480	1160	135	650

Три дня спустя, черезъ тотъ же самый фильтръ безъ предварительной стерилизаціи песка, который оставался все время въ воронкѣ, была профильтрована другая вода, очищенная 0,3 грм. на литръ квасцевъ и 0,25 грм. сѣр. глинозема, и сдѣланы посѣвы. Получилось:

въ неочищ. водѣ 68,260 микр.,	въ очищ. 0,3 грм. квасцевъ 585,	въ очищ. 0,25 гр. с. глиноз. съ 0,065 изв.—340.

Вода послѣ фильтраціи получалась чистая, прозрачная, съ тѣми же физическими свойствами, какими обладала очищенная отстоявшаяся, но нефильтрованная вода. Уменьшеніе органическихъ веществъ въ настоящемъ случаѣ получилось въ общемъ не бо́льшее, чѣмъ получалось и безъ фильтраціи.

Именно: органическія вещества уменьшились при очищеніи

0,3 грм. квасцевъ, на 51,7%.	0,15 грм. на 42%.	0,3 грм. сѣр. глиноз. 56,6%.	0,12 грм. с. глин. 52%.

Но, при постоянномъ примѣненіи фильтраціи черезъ песокъ очищенной воды, мы въ правѣ ожидать бо́льшаго очищенія воды отъ органическихъ веществъ и притомъ растворенныхъ,— въ виду признаннаго вліянія песочныхъ фильтровъ на растворенныя органическія вещества.

Что касается бактеріоскопической стороны, то здѣсь и малыя дозы, въ 0,15 грм. квасцевъ и 0,12 гр. сѣрнок. глинозема, оказались вполнѣ удовлетворительными. Если принять содержаніе микроорганизмовъ въ неочищенной водѣ равнымъ только 150000 въ куб. стм., то и тогда окажется, что ихъ остается въ водѣ только 7—8 изъ 1000 при очищеніи 0,15 грм. квасцевъ и 3—4 изъ 1000 при очищеніи 0,12 грм. с. глинозема; при дозахъ же въ 0,3 грм, получилось только 3 микроор. изъ 1000 при употребленіи квасцевъ, а при употребленіи с. глинозема меньше чѣмъ 1 на 1000. При фильтраціи черезъ песокъ безъ предварительной стерилизаціи его микробовъ въ водѣ остается, повидимому, нѣсколько больше (4—5 и 8—9 изъ 1000), но все же очищеніе отъ нихъ воды получается лучшее, чѣмъ даетъ большая часть фильтровъ.

Такимъ образомъ, посредствомъ фильтрованія черезъ песокъ очищенной предварительно квасцами или сѣрнокислымъ глиноземомъ воды можно въ сравнительно короткій срокъ получить воду, годную для употребленія.

Но фильтрація черезъ песокъ, требуя извѣстныхъ приспособленій, все же значительно усложняетъ способъ, почему для походной жизни такая комбинація не представляется удобной, тѣмъ болѣе, что, при небольшой фильтрующей поверхности и не высокомъ столбѣ воды, т. е. при условіяхъ домашняго примѣненія, фильтрованіе черезъ песокъ идетъ довольно медленно.

Для очищенія же воды ex tempore, въ походахъ, на кратковременныхъ стоянкахъ, бивуакахъ и т. п. требуется фильтрующій матеріалъ болѣе простой, негромоздкой, удобный для переноски. Такимъ условіямъ удовлетворяетъ хорошее, тонкое и плотное голландское полотно. Опыты въ этомъ направленіи производились совершенно такъ же, какъ и предъидущіе съ фильтраціей черезъ песокъ.

Сначала я взялъ для фильтрованія новый обыкновенный, такъ называемый, рубашечный холстъ. Оказалось, что вода послѣ фильтрованія черезъ такой холстъ, даже сложенный въ четверо, представляетъ весьма замѣтную опалесценцію (отъ очень мелкихъ взвѣшенныхъ частичекъ гидрата глинозема), почему дальнѣйшимъ испытаніямъ эта вода и не подвергалась.

Голландское полотно для опыта взято было тоже новое, цѣной въ 1 руб. 50 коп. аршинъ, но три раза промытое съ мыломъ и содой, а потомъ выполосканное въ чистой водѣ нѣсколько разъ и высушенное. Вода, очищенная 0,3 грм. квасцевъ и (другая порція) такой же дозой сѣрнокислаго глинозема, профильтрованная черезъ 1 и 2 слоя такого полотна, еще ясно опалесцировала; профильтрованная черезъ три слоя давала уже едва замѣтную опалесценцію; послѣ же фильтрованія черезъ 4 слоя получалась вода безупречная на видъ, чистая и прозрачная, какъ хрусталь. Испытанію на органическія вещества и содержаніе микроорганизмовъ подвергалась только послѣдняя вода, т. е. профильтрованная черезъ четыре слоя полотна, при чемъ получилось:

Проба I.	въ неочищ. водѣ.	въ очищ. 0,3 грм. квасцевъ и профильтр.	въ очищ. 0,3 гр. с. глиноз. и профилтр.
Органическихъ веществъ . . .	482,2	235,3	226,6
Микроорганизмовъ въ 1 к. с. .	72000 (около)	210	45,

Проба II.	Въ неочищенной.	Въ очищен. 0,3 грм. квасцевъ.	Въ очищен. 0,15 грм. квасцевъ.	Въ очищен. 0,3 грм. с. глиноз. и 0,075 грм. извести.	Въ очищен. 0,12 грм. с. глиноз. и 0,035 извести.
	mlgm				
Органич. веществъ.	512,2	248,8	300,26	240,8	244,6
Микроорган. въ к. с.	58,800	230	845	85	460.

Очищеніе получается, какъ видно, весьма удовлетворительное, не хуже, чѣмъ при фильтраціи очищенной квасцами воды черезъ песокъ.

Сначала, пока не смочится полотно, фильтрованіе идетъ очень медленно, но потомъ настолько быстро, что черезъ кусокъ полотна около $^1/_4$ арш. въ квадратѣ, вдавленный въ сосудъ въ видѣ мѣшка, литръ воды профильтровывался минутъ въ 15. При большей же фильтрующей поверхности, разумѣется, получится и большее количество воды въ данную единицу времени.

Такимъ образомъ, комбинація очистки воды для питья квасцами или сѣрнокислымъ глиноземомъ съ послѣдовательной фильтраціей черезъ сложенное въ 4 слоя голландское полотно представляетъ способъ простой, скорый, удобный въ походахъ и передвиженіяхъ и въ то же время дающій довольно удовлетворительные результаты, почему вполнѣ заслуживаетъ практическаго примѣненія.

Для очищенія воды въ походѣ можно имѣть постоянный, готовый полотняный фильтръ съ фильтрующей поверхностью въ 1—$1^1/_2$ квад. аршина, устроенный хотя бы въ видѣ рыболовнаго—сачка, т. е. въ видѣ мѣшка, края котораго удерживаются на обручѣ посредствомъ колечекъ и крючковъ или завязокъ такъ, чтобы мѣшокъ этотъ могъ легко и скоро сниматься для промыванія и опять надѣваться на обручъ. Для скораго очищенія воды въ большихъ размѣрахъ можно, смотря по надобности, имѣть нѣсколько такихъ фильтровъ.

Всѣ опыты съ очищеніемъ воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ производились въ стеклянныхъ цилиндрахъ и съ небольшими количествами воды, около литра. (Только опыты съ фильтраціей очищенной воды производились въ глиняной посудѣ и съ количествами до 8—9 литровъ воды).

Съ цѣлію убѣдиться, тотъ ли же эффектъ получится при очищеніи воды въ большихъ размѣрахъ и въ деревянной посудѣ, т. е. при условіяхъ примѣненія способа на практикѣ, произведено было очищеніе воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ въ кадкѣ, вмѣстимостію около $3^1/_2$ — 4 ведеръ.

Результаты анализовъ этихъ водъ приведены въ слѣдующей таблицѣ Е.

Таблица Е.

Въ миллиграмм. на литръ.	Вода № 1. Неочищенная.	Вода № 1. Очищенн. 0,25 грм. сѣр. глинозема и 0,1 грм. углекисл. кальція.	Вода № 1. Уменьшеніе примѣсей въ %.	Вода № 2. Неочищенная.	Вода № 2. Очищенн. около 0,5 грм. с. глиноз. и, 125 ѣдк. извести на литръ.	Вода № 2. Уменьшеніе примѣсей въ %.	Вода № 3. Неочищенная.	Вода № 3. Очищенн. около 0,5 0,6 грм. квасцовъ на литръ.	Вода № 3. Уменьшеніе примѣсей въ %.
			увелич.			увелич.			увелич.
Твердой остатокъ.	365	435	19,2	360	515	43	395	455	15,2
Окисляемость въ mlgm. O-да	21,2	10,1	52,4	15,14	6,68	55,9	19,62	9,2	53,1
Органич. вещества опред. хамел....	424	202	52,4	302,8	133,6	55,9	392,4	184	53,1
Амміакъ.....	1,66	1,25	24,7	1,320	0,96	27,1	0,526	0,386	26,6
Хлоръ.....	20	18	10	18	18	0	28	26	7,1
Азотная кислота .	3,2	2,62	18	2,18	1,92	11,9	1,14	0,95	16,7
Сѣрная кислота ..	Оч. зам. слѣд.	75,8	—	2,1	153,8	—	3,2	135,4	—
			увелич.			увелич.			
Известь (CaO). ...	59,2	69,7	17,7	45,1	62,4	38,3	32,3	27,8	14
Магнезія (MgO) ..	54,1	53,8	0,6	41,3	39,7	3,9	31,2	30,14	3,4
			увелич.			увелич.			
Жесткость въ нѣм. градус.....	13,5	14,5	7,4	10,3	11,8	16,5	7,6	7	7,9

Количество микроорганизмовъ въ 1 куб. стм.:

		въ очищ. 0,25 грм. с. глин.				очищ. 0,5 гр. с. глин.		очищен. 0,5—0,6 гр. квасцевъ.
Черезъ 15—16 час. по очищеніи.....		—	—	—	—	10	—	—
Черезъ сутки	Въ неочищенной водѣ 16240 кол. въ к	85	Сдѣлано по два посѣва каждый день въ к. с.	Въ неочищенной водѣ 6760 въ к. с.		5	Въ неочищенной водѣ 6880 въ к. с.	45
Черезъ 2-ое сутокъ.....		110				10		20
		205						
» 3-ое »		300				5		15
		870						
» 4 »		785				60		115
		4160						
» 5 »		3580				830		960

Какъ видно изъ этой таблицы, очищеніе воды въ большихъ размѣрахъ и въ деревянной посудѣ съ химической и бактеріоскопической стороны, какъ и слѣдовало ожидать, въ общемъ даетъ такіе же результаты, какъ и опыты въ стеклянной посудѣ съ небольшимъ количествомъ воды.

Однако количество микроорганизмовъ въ водѣ, очищенной въ деревянной посудѣ, начинаетъ увеличиваться, повидимому, нѣсколько раньше. Черезъ четверо сутокъ въ водѣ, очищенной около 0,5 грм. на литръ квасцевъ, содержалось 115 микроорганизмовъ, т. е. 16—17 на 1000 вмѣсто 2—3, какъ при очищеніи той же дозой въ стеклянной посудѣ; въ водѣ, очищенной 0,5 грм. на литръ сѣрнокислаго глинозема, черезъ четверо сутокъ оказалось 60 микроорганизмовъ въ 1 к. с., тогда какъ очищенная въ стеклянной посудѣ вода черезъ этотъ срокъ еще вполнѣ свободна отъ нихъ. Черезъ 5 сутокъ въ той и въ другой водѣ количество мнкроорганизмовъ увеличилось въ 12—15 разъ сравнительно съ водой, очищенной въ стеклянной посудѣ. При очищеніи же 0,25 грм. сѣрнокислаго глинозема значительное увеличеніе числа микробовъ въ водѣ получилось уже черезъ 3 сутокъ: ихъ содержалось въ водѣ 53—54 изъ 1000; а черезъ 4 сутокъ число ихъ достигало приблизительно $^1/_4$ всего количества въ неочищенной водѣ, между тѣмъ какъ такой же очистки вода въ стеклянной посудѣ черезъ тотъ же срокъ содержала только $^1/_{12}$ часть таковаго же количества.

Отсюда вытекаетъ, что при дозахъ въ 0,25 и 0,3 грм. на литръ вода должна очищаться не болѣе какъ на двое сутокъ, не считая сутокъ, нужныхъ для отстаиванія. Долгое держаніе въ кадкѣ очищенной препаратами глинозема воды нежелательно еще и по другой причинѣ. Извѣстно, что долго остающаяся въ деревянной посудѣ вода портится, пріобрѣтаетъ запахъ сѣроводорода и дѣлается негодной для питья. Шеврель *) доказалъ, что причиной такой порчи воды служитъ именно дерево. Онъ бралъ для опытовъ воду изъ парижскихъ колодцевъ, богатую сѣрнокислыми солями, и оставлялъ ее стоять въ стклян-

*) Приведено въ «Курсѣ воен. гигіены» проф. Доброславина.

кахъ съ притертыми пробками и въ нѣкоторыя изъ нихъ клалъ куски дубоваго дерева.

Вонючій запахъ появлялся именно въ порціяхъ воды съ кусками дерева. Причина этого лежитъ, вѣроятно, въ томъ, что подъ вліяніемъ органическаго вещества дерева происходитъ возстановленіе сѣрнокислыхъ солей, окончательнымъ продуктомъ котораго и является сѣроводородъ. Въ пользу этого объясненія говоритъ также наблюденіе, что сѣрнокислый кальцій въ дестиллированной водѣ въ присутствіи цвѣтовъ липы возстановлялся въ сѣрнистый кальцій *). Такая порча воды, очищенной квасцами или сѣрнокислымъ глиноземомъ, должна происходить особенно легко вслѣдствіе того, что она содержитъ достаточныя количества сѣрнокислыхъ солей.

Въ тѣхъ случаямъ, когда почему-либо вода должна сохраняться долгое время въ деревянной посудѣ, совѣтуютъ или окуривать такую посуду сѣрой (Галь) или обугливать внутреннюю поверхность ея. Послѣдній способъ, рекомендованный Бертолетомъ и испытанный практически адмираломъ Крузенштерномъ, представляется наиболѣе простымъ, удобопримѣнимымъ и выгоднымъ въ томъ отношеніи, что не вноситъ въ воду лишнихъ постороннихъ веществъ **).

Такъ какъ несомнѣнно, какъ было видно раньше, что микроорганизмы воды, какъ погибшіе, такъ и неуспѣвшіе еще погибнуть послѣ прибавленія квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема, удаляются изъ воды осадкомъ, то является мысль: нельзя-ли осадокъ, остающійся на днѣ кадки послѣ израсходованія очищенной воды, утилизировать для очищенія новыхъ порцій ея. Для выясненія этого вопроса произведены были анализы водъ, очищенныхъ такимъ образомъ, сначала въ стекляномъ цилиндрѣ, а потомъ и въ кадкѣ. Для полученія нужнаго осадка, вода очищалось 0,5 и 0,3 грм. сѣрнокислаго глинозема на литръ съ прибавленіемъ соотвѣтственнаго количества извести. Очищенная вода оставлялась стоять: при очищеніи въ стеклянномъ цилиндрѣ 4, а при очищеніи въ кадкѣ 3 сутокъ. Вода

*) Тамъ же.
**) Тамъ же.

сливалась съ осадка — изъ цилиндра помощію пипетки, а изъ кадки осторожно вычерпывалось стаканомъ, чтобы не поднять осадка. Затѣмъ на оставшійся осадокъ наливалась свѣжая вода, тщательно съ нимъ взбалтывалась минуты 3—4 и оставлялась въ покоѣ. Результаты анализовъ приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Въ миллиграммахъ на литръ.	Неочищенная вода.	Та же вода, налитая на осадокъ отъ предшествовавшаго очищенія 0,5 гр. въ стекляномъ цилиндрѣ.	Уменьшеніе примѣсей въ %.	Неочищенная вода.	Очищеніе взбалтываемъ съ осадкомъ отъ предшествовавшаго очищенія въ кадкѣ. 0,3 гр.	Уменьшеніе примѣсей въ %.
Твердый остатокъ.....	360	285	—	335	255	—
Окисляемость mlgm. O-да.	15,14	8,05	46,8	16,3	9,16	43.8
Органическія вещества...	302,8	161	46,8	326	183,2	43.8
Амміакъ.....	1,320	1,274	5	1,520	1,470	3,3
Хлоръ.....	18	18	0	22	22	0
Азотная кислота.....	2,18	2,18	0	1,70	1,70	0
Сѣрная кислота.....	2,1	26,32	—	7,34	20,85	—
			Увелич.			Увелич.
Известь (CaO).....	45,1	48,5	7,5%	30,96	35,2	13,7
Магнезія (Mgo).....	41,3	40,36	2,3	28,6	28,4	0,7
			Увелич.			Увелич.
Жесткость въ нѣм. град..	10,3	10,5	1,9%	7,1	7,5	5,5%

Количество микроорганизмовъ въ 1 к. стм.

Черезъ 2—3 часа.....	Въ неочищенной.	60	Въ неочищенной водѣ.	6380	По два посѣва каждый день.
Черезъ 16—17 час...		20		40—45	
Черезъ сутки.....		5		45—75	
Черезъ 2 сутокъ.....		210		480—345	
Черезъ 3 »	6,775	2,475	15,840	4780—5640	
Черезъ 4 »		8,740	въ к. ст.	—	

Изъ нея видно, что въ химическомъ отношеніи вода очищается такимъ способомъ довольно удовлетворительно. Органическія вещества, правда, убыли нѣсколько меньше: только на 43—47%. Но зато получилось весьма незначительное увеличеніе жесткости и количества извести Твердый остатокъ же замѣтно уменьшился. А, главное, сѣрной кислоты остаются въ водѣ такія небольшія количества, какія не могутъ вызвать упрека даже со стороны самыхъ строгихъ гонителей ея.

Со стороны бактеріоскопической очищеніе получается совершенное. Разница однако въ томъ, что такое очищеніе дер-

жится только короткое время—$1^1/_2$—2 сутокъ. Къ концу вторыхъ сутокъ появилось уже сотни 4—5 микробовъ въ 1 к. с. воды, а черезъ 3-е сутокъ число ихъ достигло уже тысячъ и составляло больше чѣмъ $^1/_3$ всего количества микроорганизмовъ неочищенной воды.

Нужно при этомъ замѣтить, что при этой очисткѣ воды достигается еще одна выгода, именно болѣе скорое опаденіе поднятаго осадка, такъ что полное просвѣтленіе воды получалось уже черезъ $4^1/_2$—5 часовъ. Вслѣдствіе такого скораго очищенія воды, ею можно пользоваться около $1^1/_2$ сутокъ до начала замѣтнаго размноженія микроорганизмовъ. Въ случаяхъ постояннаго примѣненія способа очищенія воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ безъ послѣдовательной фильтраціи, изложенный пріемъ очистки воды могъ бы составлять весьма полезное и выгодное добавленіе къ этому способу, давая скорое и довольно удовлетворительное очищеніе воды и понижая общую стоимость способа.

Наконецъ, нелишнимъ будетъ прибавить слѣдующее: въ случаяхъ примѣненія очистки воды квасцами и сѣрнокислымъ глиноземомъ безъ послѣдовательной фильтраціи слѣдуетъ доставать воду изъ кадки не вычерпываніемъ, а посредствомъ крана. Это необходимо, чтобы избѣжать взбаламученія осадка, который, при рѣзкомъ нарушеніи покоя воды, легко можетъ подниматься и мутить воду. Кромѣ того, при зачерпиваніи, неизбѣжно будетъ захватываться и та легчайшая часть осадка, которая иногда, въ видѣ тонкой пленки, располагается на поверхности очищенной воды. Все это легко устраняется, если вода будетъ набираться изъ кадки черезъ кранъ. При этомъ кранъ слѣдуетъ устраивать на нѣкоторомъ разстояніи выше уровня осадка.

Въ заключеніе позволю себѣ сдѣлать слѣдующіе выводы изъ всего вышеизложеннаго.

1) Квасцы и сѣрнокислый глиноземъ представляютъ средства очистки воды, какъ въ химическомъ, такъ и въ бакте-

ріоскопическомъ отношеніи, на столько дѣйствительныя, что пренебрегать ими во всякомъ случаѣ не слѣдуетъ.

2) Эти средства, по своему очищающему дѣйствію на воду, только немного уступаютъ лучшимъ домашнимъ фильтрамъ; въ бактеріоскопическомъ же отношеніи они очищаютъ воду лучше, чѣмъ большая часть ходячихъ домашнихъ фильтровъ. Въ виду же простоты и общедоступности этихъ средствъ, имъ должно быть отдано предпочтеніе передъ многими изъ домашнихъ фильтровъ, особенно въ такихъ случаяхъ, какъ походы и т. п.

3) Наибольшее, а въ бактеріоскопическомъ отношеніи вполнѣ совершенное очищеніе воды достигается при употребленіи большихъ дозъ квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема, но эти дозы практически непримѣнимы въ виду большихъ количествъ оставляемой ими въ водѣ сѣрной кислоты, а квасцами кромѣ того и калія.

4) Малыя дозы, въ 100—120 mlgm на литръ, оставляютъ въ водѣ ничтожныя количества этихъ веществъ, но даютъ далеко несовершенное очищеніе. При комбинаціи же очистки воды ими съ фильтраціей и отъ этихъ дозъ нужно ждать удовлетворительныхъ результатовъ.

5) Наиболѣе пригодны для практическаго примѣненія количества въ 0,25—0,3 грм. квасцевъ и сѣрнокислаго глинозема. Такія могутъ быть употребляемы и безъ фильтраціи въ тѣхъ случаяхъ, когда нѣтъ нужды въ немедленной доставкѣ воды для питья.

6) Квасцы очищаютъ воду отъ органическихъ веществъ и микроорганизмовъ нѣсколько хуже, чѣмъ соотвѣтствующія дозы сѣрнокислаго глинозема, но для очистки воды ex temporе, въ виду ихъ практическаго удобства и простоты, они болѣе пригодны.

7) Важное неудобство, представляемое долгимъ срокомъ, въ который происходитъ полное опаденіе осадка и вода дѣлается годной къ употребленію, легко и вполнѣ удовлетворительно устраняется фильтраціей черезъ песокъ или сложенный въ 4 слоя кусокъ голландскаго полотна. Послѣднее особенно удобно въ походахъ и т. п.; въ мѣстахъ же постоян-

наго жительства слѣдуетъ предпочитать фильтрацію черезъ песочный фильтръ.

8) Квасцы и сѣрнокислый глиноземъ очищаютъ воду отъ микроорганизмовъ не только механическимъ путемъ, но и химическимъ, дѣлая ее средою, негодною для развитія ихъ, почему очищенная этими средствами вода можетъ сохраняться дня 2—3 и даже 4, не загрязняясь микробами. Въ этихъ случаяхъ лучше держать очищенную воду въ кадкахъ съ обугленною внутреннею поверхностію, во избѣжаніе скорой порчи вкуса воды.

9) При примѣненіи этихъ средствъ безъ послѣдовательной фильтраціи можно утилизировать для очищенія новыхъ порцій воды осадокъ, оставшійся отъ предшедствовавшаго очищенія, причемъ получаемая такимъ путемъ очистка воды дѣйствительна въ бактеріоскопическомъ отношеніи только на время около $1^1/_2$ сутокъ.

Въ заключеніе считаю своимъ пріятнымъ долгомъ принести глубокую благодарность Приватъ-доценту А. И. Судакову за его полезные совѣты и руководство при производствѣ настоящей работы.

ПОЛОЖЕНІЯ.

1) Настойчивое распространеніе элементарныхъ гигіеническихъ свѣдѣній среди нижнихъ чиновъ (посредствомъ лекцій, бесѣдъ, книжекъ для чтенія и пр.) есть одно изъ дѣйствительныхъ средствъ для ограниченія болѣзненности въ войскахъ.

2) Весьма желательно было бы устройство при мѣстныхъ лазаретахъ въ мѣстахъ постояннаго расположенія крупныхъ частей войскъ—небольшихъ гигіеническихъ лабораторій со всѣмъ необходимымъ для изслѣдованія климата, почвы, воздуха, воды и пищи. Только такія изслѣдованія, систематически производимыя, могутъ дать полную и точную картину гигіеническихъ условій жизни данной части войскъ.

3) Чистый кристаллическій нафталинъ представляетъ весьма полезное средство при леченіи дизентеріи.

4) Квасцы при перемежающейся лихорадкѣ даютъ только кратковременное излеченіе съ послѣдовательными рецидивами болѣе упорнаго характера, уступающими только хинину.

5) При леченіи болотной лихорадки изъ множества предложенныхъ суррогатовъ хинина ни одинъ не можетъ замѣнить это средство.

6) Случаи упорной симуляціи среди нижнихъ чиновъ весьма часто представляютъ явленія психо-патологическаго характера.

Curriculum vitae.

Сергѣй Михаиловичъ Рождественскій, сынъ протоіерея г. Тулы, родился въ 1854 г., вѣроисповѣданія православнаго. Учился въ тульской дух. семинаріи, изъ 4-го класса которой въ 1873 г. поступилъ на ветеринарное отдѣленіе Императорской Медико-Хирургической Академіи. Въ 1874 г. перешелъ на медицинское отдѣленіе Академіи, глѣ и окончилъ курсъ въ декабрѣ 1879 года. Въ январѣ 1880 года поступилъ на службу младшимъ ординаторомъ Вѣрненскаго военнаго госпиталя. Въ 1883 году переведенъ въ 6-й гренадерскій Таврическій полкъ, откуда въ 1884 году—въ Тульскій мѣстный лазаретъ младшимъ врачемъ, гдѣ и состоитъ въ настоящее время. За все время службы въ лечебныхъ заведеніяхъ, кромѣ ординаторскихъ обязанностей, занимался обученіемъ фельдшерскихъ учениковъ, а въ Вѣрненскомъ госпиталѣ кромѣ того несъ обязанности секретаря медицинскаго совѣщанія. Въ 1887 году прикомандированъ къ Военно-Медицинской Академіи для усовершенствованія въ наукахъ.